

No 1

DIRECCION GENERAL DE CAMINOS
REPUBLICA DE EL SALVADOR

**INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO
SOBRE
EL PROYECTO DE LA PLANTA ASFALTICA Y
MEJORAMIENTO DE LAS MAQUINARIAS
DE PAVIMENTACION DE VIAS
EN LA REGION ORIENTAL
DE LA REPUBLICA DE EL SALVADOR**

DICIEMBRE 1995

JICA LIBRARY



J 1138086 (2)

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)

KOKUSAI KOGYO CO., LTD.

CONSTRUCTION PROJECT CONSULTANTS, INC.

GRS

95-273

INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO SOBRE EL PROYECTO DE LA PLANTA ASFALTICA Y MEJORAMIENTO DE LAS MAQUINARIAS DE PAVIMENTACION DE VIAS EN LA REGION ORIENTAL DE LA REPUBLICA DE EL SALVADOR

DICIEMBRE 1995

609
614
GRS
LIBRARY

**DIRECCION GENERAL DE CAMINOS
REPUBLICA DE EL SALVADOR**

**INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO
SOBRE
EL PROYECTO DE LA PLANTA ASFALTICA Y
MEJORAMIENTO DE LAS MAQUINARIAS
DE PAVIMENTACION DE VIAS
EN LA REGION ORIENTAL
DE LA REPUBLICA DE EL SALVADOR**

DICIEMBRE 1995

**AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)
KOKUSAI KOGYO CO., LTD.
CONSTRUCTION PROJECT CONSULTANTS, INC.**



1138086 (2)

PREFACIO

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República de El Salvador, el Gobierno del Japón decidió realizar un estudio de diseño básico sobre El Proyecto de la Planta Asfáltica y Mejoramiento de las Maquinarias de Pavimentación de Vías en la Región Oriental de la República de El Salvador.

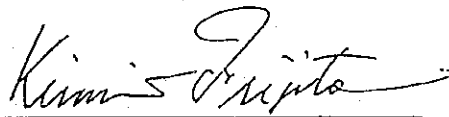
JICA envió a la República de El Salvador una misión de estudio desde el 24 de Junio hasta el 24 de Julio de 1995.

La misión sostuvo discusiones con las autoridades relacionadas del Gobierno de la República de El Salvador y realizó las investigaciones en los lugares destinados al Proyecto. Después de su regreso al Japón, la misión realizó más estudios analíticos. Luego se envió otra misión a la República de El Salvador con el propósito de discutir el borrador del diseño básico y se completó el presente informe.

Espero que este informe sirva al desarrollo del Proyecto y contribuya a promover las relaciones amistosas entre los dos países.

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a las autoridades pertinentes del Gobierno de la República de El Salvador, por su estrecha cooperación brindada a las misiones.

Diciembre, 1995



Kimio Fujita
Presidente
Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Diciembre de 1995

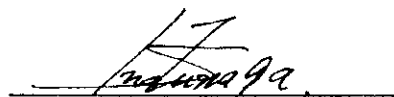
ACTA DE ENTREGA

Tenemos el placer de presentarle el Informe del Estudio de Diseño Básico sobre El Proyecto de la Planta Asfáltica y Mejoramiento de las Maquinarias de Pavimentación de Vías en la Región Oriental de la República de El Salvador.

Bajo el contrato firmado por JICA, Kokusai Kogyo Co. Ltd. y Construction Project Consultant Inc., hemos llevado a cabo el presente Estudio desde el 20 de Junio hasta el 4 de Diciembre de 1995. En el Estudio hemos examinado la pertinencia del Proyecto en plena consideración a la situación actual de El Salvador y hemos planificado el Estudio más apropiado para el Proyecto dentro del marco de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Gobierno del Japón.

Esperamos que este Informe sea de utilidad en el desarrollo del Proyecto.

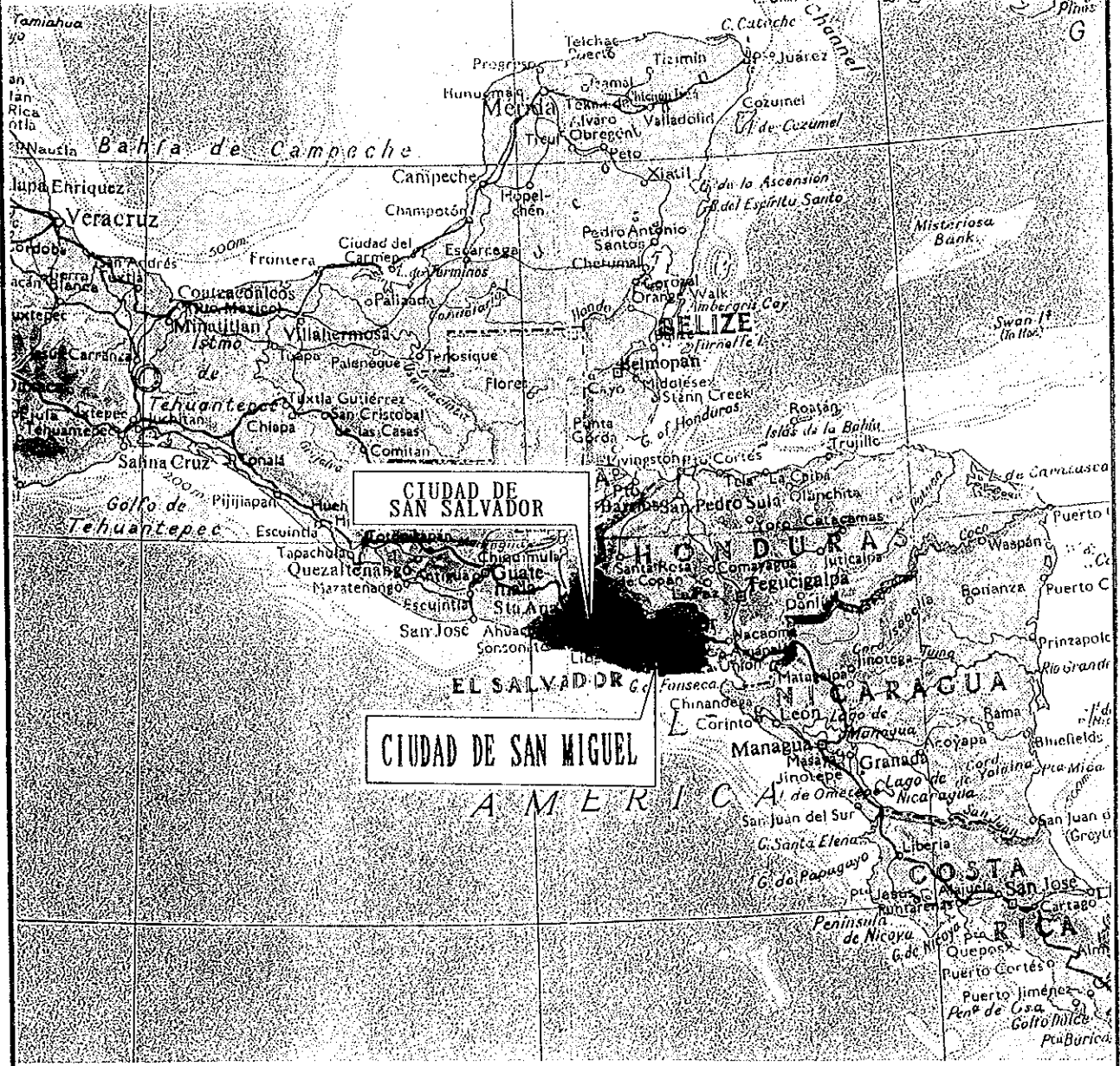
Muy atentamente,



Shinichi MATSUNAGA

Jefe del Equipo de Ingenieros
Misión de Estudio de Diseño Básico
sobre el Proyecto de la Planta Asfáltica
y Mejoramiento de las Maquinarias de
Pavimentación de Vías en la Región Oriental
en la República de El Salvador.

Kokusai Kogyo Co. Ltd. y
Construction Project Consultant, Inc.



UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO

ABREVIATURAS

MOP: Ministerio de Obras Públicas
DGC: Dirección General de Caminos
DUA: Dirección de Urbanismo y Arquitectura
AME: Administración de Maquinaria y Equipo
ANTEL: Administración Nacional de Telecomunicaciones
ANDA: Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados
BCIE: Banco Centroamericano de Integración Económica
B.I.D: Banco Interamericano de Desarrollo
A.I.D: Agencia Internacional para el Desarrollo (EE.UU.)
BIRF: Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento
SEMA: Secretaría Técnica del Medio Ambiente
CONAMA: Comisión Nacional del Medio Ambiente
AF: Máquina de pavimentación

CONTENIDO

PREFACIO

ACTA DE ENTREGA

MAPA DE UBICACION

ABREVIATURAS

CAPITULO 1 ANTECEDENTES DE LA SOLICITUD

1.1	Antecedentes de la Solicitud.....	1
1.2	Descripción y Componentes de la Solicitud.....	3
1.2.1	Objetivos.....	3
1.2.2	Organismo Ejecutor.....	4
1.2.3	Descripción de las Instalaciones y Equipos Solicitados.....	4

CAPITULO 2 CONTENIDO DEL PROYECTO

2.1	Objetivos del Proyecto.....	6
2.2	Lineamientos del Proyecto.....	7
2.2.1	Factibilidad y Necesidad del Proyecto.....	7
2.2.2	Estudio de la Solicitud.....	12
2.2.3	Lineamientos Basicos de la Ejecución del Proyecto de Cooperación.....	70
2.3	Diseño Básico del Proyecto.....	75
2.3.1	Criterios de Diseño	75
2.3.2	Diseno Básico.....	76

CAPITULO 3 PLAN DE EJECUCION DEL PROYECTO

3.1	Plan de Ejecución.....	116
3.1.1	Lineamientos de Ejecución.....	116
3.1.2	Condiciones para la Ejecución.....	123
3.1.3	División de Responsabilidades.....	124
3.1.4	Plan de Supervisión.....	126

3.1.5	Plan de Suministro de Equipos y Materiales.....	128
3.1.6	Programa de Ejecución.....	128
3.1.7	Responsabilidades del Gobierno de El Salvador....	132
3.2	Plan de Operación y Mantenimiento.....	133

CAPITULO 4 EVALUACION Y RECOMENDACIONES DEL PROYECTO

4.1	Demostración y Verificación de la Necesidad del Proyecto y sus Beneficios.....	143
4.2	Recomendaciones.....	146

ANEXOS

1.	Miembros del Equipo de Estudio.....	148
2.	Programa de Equipos de Estudio.....	149
3.	Lista de Entrevistados.....	153
4.	Minuta de Discusiones.....	155
5.	Costo a ser cubiertos por el Gobierno de la República de El Salvador.....	182
6.	Otros datos (Resultado sobre el Levantamiento Topográfico del Sitio).....	183
7.	Datos de Referencia.....	184

CAPITULO 1

ANTECEDENTES DE LA SOLICITUD

CAPITULO 1 ANTECEDENTES DE LA SOLICITUD

1.1 Antecedentes de la Solicitud

La República de El Salvador es un estado que se ubica casi al centro del istmo centroamericano, a latitud norte entre 13°07' y 14°26' y a longitud oeste entre 87°42' y 90°08'. Limita al Oeste con Guatemala, al Norte y Este con Honduras y al Sur con el Océano Pacífico. El territorio nacional es de 21,041 km², siendo el país de menor extensión en Centro América, en el que habitan 5,400,000 habitantes (256 hab./km²), dando la densidad más alta en la región, según la estimación de 1992.

El Salvador es un país fundamentalmente agrícola; entre los principales rubros de exportación figuran los productos como el café, azúcar, algodón, etc. que ocuparon casi la mitad del ingreso de divisas en la década de los '80. La industrialización comenzó en 1962 y sigue desarrollándose hoy en la siguiente modalidad; inicialmente se impulsaron las industrias manufactureras orientadas a la transformación de los productos primarios como son los alimentos, textil, etc., y en los últimos años se desarrollaron las nuevas ramas como la petroquímica, fabricación de maquinarias, etc. en plantas modernas.

Por otro lado, a pesar de ser el país más densamente poblado, las tierras pertenecían a unos pocos grandes terratenientes, que por lo general poseían fuertes influencias en los procesos políticos y económicos del país. Más del 75% de las riquezas nacionales solían estar en sus manos.

A raíz de este cuadro político y social, los grupos radicales izquierdistas organizaron el Frente Farabundo Martí para la Liberación Nacional (FMLN) con el fin de barrer el esquema tradicional de tenencia de tierras y la dominación política y económica por la pequeña clase favorecida, comenzando en varios sitios las actividades guerrilleras y dando lugar en 1980 al conflicto nacional. El conflicto nacional dio su fin en

enero de 1992 al establecerse la paz por la mediación de las Naciones Unidas.

Finalizado el conflicto nacional, el Gobierno Central formuló el Plan de Restauración Nacional (1991-1996), en el que se propuso recuperar la estabilidad e impulsar el desarrollo nacional fomentando las exportaciones, que había sido la política prioritaria en los anteriores Planes Quinquenales para el Desarrollo Socioeconómico.

Sin embargo, los doce años del conflicto político nacional han acabado con las principales infraestructuras sociales incluyendo los caminos, sistema de comunicación, red de distribución eléctrica, etc. Además de las vías férreas, que atraviesan al país de este a oeste y que servían tradicionalmente como el principal medio de transporte de cargas, se vieron obligadas a suspender el servicio a raíz de las actividades guerrilleras, lo cual hace que hoy en día el transporte de las cargas dependa en mayor grado de las carreteras.

Actualmente, la principal vía de comunicación está constituida por las carreteras que suman un total de 15,861 km., sobre las cuales cae más del 60% de los servicios de transporte. De la red vial nacional, sólo el 54% es transitable durante todo el año, y únicamente el 25% es pavimentado. Los demás caminos llevan pavimentación sencilla o no son pavimentados, con numerosos tramos que se vuelven intransitables en la época de lluvia, constituyendo uno de los mayores factores limitantes para la promoción agrícola, reactivación económica y para el desarrollo social.

La región oriental del país fue especialmente azotada durante la crisis política; los caminos deteriorados no han sido suficientemente reparados hasta la fecha, a lo que se suman las inundaciones anuales en la época de lluvia que agravan la

situación no sólo en los principales caminos, sino incluso en la Carretera Panamericana.

Esta situación se debe, en parte, a la carencia de las plantas asfálticas de MOP, organismo competente de construcción y control de caminos, en esta región, haciendo difícil materializar los proyectos de construcción y mejoramiento de las vías. El proyecto de reparación y mejoramiento de un total de 4,487 km de caminos en la región oriental, considerada como una de las tareas de mayor urgencia, no ha visto el progreso propuesto inicialmente, provocando la demora del desarrollo de las infraestructuras socioeconómicas.

El Gobierno Central, ante esta situación, ha formulado el Plan de Construcción de la Planta Asfáltica que permita reparar, rehabilitar y mejorar las vías troncales en los cinco departamentos orientales (La Unión, San Miguel, Morazán, Usulután y San Vicente), para lograr la restauración socioeconómica de la región, y solicitó al Gobierno del Japón la materialización del Proyecto dentro del marco de la Cooperación Financiera no Reembolsable.

1.2 Descripción y Componentes de la Solicitud

1.2.1 Objetivos

El presente Proyecto contempla construir una base de suministro de hormigón asfáltico necesario para la rehabilitación de los caminos de los cinco departamentos orientales de El Salvador. La base será construida en las afueras de la ciudad de San Miguel, y el Proyecto consistirá concretamente en el suministro de los equipos de producción de hormigón asfáltico y en la construcción de las instalaciones necesarias.

La Solicitud tiene por objeto rehabilitar la red vial que comunica las diferentes ciudades regionales mediante la

reparación y el mejoramiento de las carreteras de la zona este del país que fueron gravemente deterioradas durante el conflicto nacional, y con ello lograr la reducción de los costos de transporte de los productos locales. A mediano plazo, pretende contribuir al desarrollo y restauración económica a través del mejoramiento de las infraestructuras sociales y la productividad de la comunidad local.

1.2.2 Organismo Ejecutor

El organismo ejecutor del presente Proyecto es la Dirección General de Caminos (DGC) del Ministerio de Obras Públicas (MOP) de la República de El Salvador.

Bajo el Ministro de Obras Públicas están los Viceministros de Obras Públicas y de Urbanismo integrando las respectivas direcciones y unidades.

Los organismos competentes del sector vial están constituidos por la Dirección General de Caminos (DGC) y la Dirección de Urbanismo y Arquitectura (DUA), mientras que los equipos de reparación son custodiados por la Administración de Maquinaria y Equipo (AME).

1.2.3 Descripción de las Instalaciones y Equipos Solicitados

A continuación se presenta el listado de los equipos solicitados por el Gobierno de El Salvador al Gobierno del Japón, cuyo contenido se desglosa en el suministro de los equipos y en la construcción de la planta asfáltica:

<u>Términos Solicitados</u>	<u>Cantidad</u>
A. <u>Construcción de Plantas</u>	
(1) Planta asfáltica tipo calentador	
- Planta asfáltica (120 ton./h)	1 unidad
- Báscula para camiones (de 30 ton.)	1 unidad
- Otras estructuras anexas	1 juego
(2) Planta trituradora de piedras	
- Planta trituradora de piedras	1 unidad
- Otros	1 juego
(3) Laboratorio	
- Caseta (60 m ²)	1 unidad
(4) Taller de reparación y otros	
- Taller de reparación (180 m ²)	1 unidad
- Garaje y Bodega de los equipos (180m ²)	1 unidad
(5) Oficina de supervisión	1 unidad
- Edificio de la oficina (120m ²)	
(6) Ducha, vestuario, etc.	1 juego
(7) Instalaciones eléctricas	1 juego
(8) Instalaciones de abastecimiento y drenaje de agua	
- Pozo con bomba motorizada	1 juego
- Instalación de abastecimiento y drenaje de agua	1 juego
B. <u>Suministro de Equipos</u>	
(1) Planta asfáltica	1 juego
(2) Planta trituradora	1 juego
(3) Báscula de camiones	1 juego
(4) Equipos de prueba para la preparación de hormigón asfáltico	1 juego
(5) Equipos y herramientas de reparación	1 juego
(6) Suministros para oficina	1 juego
(7) Camiones de volquete	10 unidad.
(8) Cargadores sobre ruedas	2 unidad.
(9) Terminadora asfáltica	1 unidad
(10) Aplanadora de ruedas	1 unidad
(11) Aplanadora tándem	1 unidad
(12) Camión con remolque	1 unidad

CAPITULO 2

CONTENIDO DEL PROYECTO

CAPITULO 2 CONTENIDO DEL PROYECTO

2.1 Objetivos del Proyecto

En los doce años de la conflicto nacional, quedó destruida una gran parte de las infraestructuras sociales, incluyendo los caminos, sistemas de comunicación y de suministro energético de El Salvador. La vía férrea que cruza el país en dirección este-oeste, y que constituía el principal medio de transporte quedó intransitable a causa de las actividades guerrilleras, por lo que en la actualidad la mayoría de los servicios de transporte depende de las carreteras.

Existe en el país un total de 15,816 km. de carreteras, sobre las que caen directamente el 60% del peso del transporte nacional; sin embargo, los caminos transitables a lo largo del año corresponden al 54% del total mencionado, y sólo el 25% está pavimentado. Otros caminos, con pavimentación provisoria o sin ella, se encuentran intransitables en muchos tramos durante la temporada de lluvia, constituyendo uno de los factores limitantes para el fomento de la agricultura, reactivación económica y desarrollo social del país.

La región oriental fue especialmente azotada durante la crisis política; los caminos deteriorados no han sido suficientemente reparados hasta la fecha, a los que se suman las inundaciones anuales en la época de lluvia que agravan la situación no sólo en los principales caminos, sino incluso en la Carretera Panamericana.

Esta situación se debe, en parte, a la carencia en esta región, de las plantas asfálticas de MOP que es el organismo competente de construcción y control de caminos, haciendo difícil materializar los proyectos de construcción y mejoramiento de las vías. El proyecto de reparación y mejoramiento de un total de 4,487 km de caminos en la región

oriental, considerada como una de las tareas de mayor urgencia, no ha avanzado como se había propuesto inicialmente, provocando la demora del desarrollo de las infraestructuras socioeconómicas.

Ante esta situación, el presente Proyecto se propone construir una planta asfáltica en el sitio de la actual pedrera Las Lomitas en las afueras de la ciudad de San Miguel, que abarcaría dentro de su área de influencia a los cinco departamentos de la región oriental.

2.2 Lineamientos del Proyecto

2.2.1 Factibilidad y Necesidad del Proyecto

La superficie total de los cinco departamentos es de 8,912 km², que corresponde al 42.4% del territorio nacional (21, 014 km²). A consecuencia de haber sido marginado del desarrollo durante varios años del conflicto político, la región cuenta con pocas infraestructuras viales, siendo así que la longitud unitaria por cada km² es de 0.5 km., equivalente a la mitad en comparación con los otros nueve departamentos.

Regiones	Extensión (km ²)	Long. de caminos (km)	Long. unitaria (km/km ²)
5 deptos. de este	8,912	4,487	0.50
Otros 9 deptos.	12,129	11,374	0.94
Nacional	21,041	15,861	0.75

Esta región se caracterizó por la existencia de numerosas bases de los grupos guerrilleros, y por causa de los frecuentes movimientos de violencia no se efectuaron prácticamente la reparación ni el mantenimiento de los caminos durante varios años. A este cuadro político-social, se suman los efectos naturales como las inundaciones anuales que ocurren en la

temporada de lluvia y que deterioran los principales caminos, incluyendo la Carretera Internacional Panamericana.

La Carretera Panamericana y la Litoral constituyen las vías troncales más importantes para el intercambio socioeconómico entre las regiones este y oeste del país. Sin embargo, estas regiones quedaron completamente incomunicadas cuando fueron destruidos los dos puentes principales que atravesaban el Río Lempa. No obstante, a pesar de que éstos fueron sustituidos posteriormente por puentes provisorios, el problema sigue constituyendo un gran impedimento para la reactivación económica de la región oriental, y por ende, haciendo cada vez mayor la diferencia del nivel de desarrollo comparándola con la región occidental.

Debido a tales circunstancias, el Gobierno Central ha formulado el plan de reconstrucción de los dos puentes, y la impulsión paralela de los proyectos de reparación y rehabilitación de los caminos en el oriente. Sin embargo, los proyectos no han podido desarrollarse al ritmo propuesto, por falta de la planta asfáltica en esta zona, capaz de suministrar el material necesario para las obras.

En el siguiente cuadro se resumen las condiciones actuales de todos los caminos existentes en el país, de acuerdo con el inventario de la DGC. La longitud de las carreteras en los cinco departamentos de esta región suman un total de unos 4,487 km. (4,344 km. de caminos de la DGC; y 143 km. de caminos de la DUA), de los cuales, 2,181 km. son transitables durante todo el año, mientras que el resto (2,031 km.) presentan impedimentos en determinadas temporadas.

Cuadro 2.2.1 a
Carreteras Transitables por Departamentos

Unidad: km

Departamentos	Total	Transitable Todo Tiempo	Transitable Parc. Lluvias	Transitable en Epoca Seca
9 Depart. Occ. (Carr. DGC)				
Ahuachapan	997.05	368.65	358.20	270.20
Cabañas	788.45	226.85	325.20	236.40
Chalatenango	1,405.24	459.24	384.80	261.20
Cuscatlán	744.94	232.65	371.98	140.31
La Libertad	936.51	509.71	173.30	253.50
La Paz	946.20	418.90	435.40	91.90
San Salvador	691.87	350.24	268.93	72.70
Santa Ana	1,149.29	445.59	336.20	367.50
Sonsonate	836.60	348.30	168.40	319.90
(Carr. DUA)	3,177.77	3,006.97	170.80	0.00
Sub-total	11,373.92	3,006.97	2,99.21	2,013.61
Proporc. (%)	100.0	56.00	44.0	
5 Depart. Orien. (Carr. DGC)				
La Unión	989.20	366.30	355.30	267.60
Morazán	553.45	227.70	257.40	68.35
San Miguel	973.45	640.51	288.30	44.64
San Vicente	711.35	348.35	241.60	121.40
Usulután	1,116.50	549.80	389.40	177.30
(Carr. DUA)	143.23	48.34	94.89	0.00
Sub-total	4,487.18	2,181.00	1,626.89	679.29
Proporc. (%)	100.0	48.6	51.4	
Total	15,681.10	8,548.10	4,620.10	2,692.90
Proporc. (%)	100.0	54.10	45.9	

De los 4,489 km., los tramos pavimentados alcanzan sólo unos 717 km., que corresponden al 15.9% del total mencionado. Es

más, la pavimentación fue efectuada antes del conflicto nacional, y la reparación posterior consistió básicamente en el colocado de asfalto en frío como medidas provisorias.

Cuadro 2.2.1 b
Condiciones de los Caminos Pavimentados

Unidad: km

Departamentos	Pavimentado	Porcentaje (%)	Con gravilla	Tierra	Total
9 Depart. Occ. (Carr. DGC)					
Ahuachapan	81.30	8.15	287.35	628.4	997.05
Cabañas	41.85	5.31	185.00	561.6	788.45
Chalatenango	96.78	7.86	362.46	646.0	1,105.24
Cuscatlán	50.20	6.74	182.45	512.3	744.94
La Libertad	223.30	23.84	286.41	426.8	936.51
La Paz	196.20	20.74	222.70	527.3	946.20
San Salvador	212.74	30.75	137.50	341.6	691.87
Santa Ana	221.70	19.29	223.89	703.7	1,149.29
Sonsonate	175.60	20.99	172.70	488.3	836.60
(Carr. DUA)	2,056.00	64.69	1,122.00	0.0	3,178.00
Sub-total	3,355.33	29.50	8,182.57	4,836.0	11,373.92
5 Depart. Orien. (Carr. DGC)					
La Unión	134.30	13.58	232.00	622.9	989.20
Morazán	72.10	13.03	155.60	325.8	553.45
San Miguel	188.93	19.41	451.58	332.9	973.45
San Vicente	114.75	16.13	233.60	353.0	711.35
Usulután	159.30	14.27	390.50	566.7	1,116.50
(Carr. DUA)	48.34	33.75	94.89	0.0	143.23
Sub-total	717.72	15.99	1,558.17	2,211.3	4,487.18
Total	4,073.05	25.68	4,740.74	7,047.3	15,861.10

Los caminos municipales administrados por la DUA en estos cinco departamentos alcanzan sólo 143 km. frente a los 3,178 km. existentes en los nueve departamentos restantes, recalcando claramente el bajo nivel de desarrollo vial de la región oriental frente a la occidental.

Si bien existen normas específicas sobre la distancia y el tiempo de transporte de asfalto, es necesario considerar que la temperatura del material durante la pavimentación y compactación determina en gran medida la calidad de la obra, y por consiguiente, se estima que el tiempo de transporte no puede superar más de 1 hora, si se quiere evitar la reducción excesiva de la temperatura del asfalto durante el transporte, considerando también las condiciones climatológicas de la región.

La nueva planta asfáltica será construida en el oriente. Actualmente, no existe en esta región una planta similar, ni estatal (incluyendo a la DGC) ni privada. De las tres plantas existentes en la región occidental (una de DGC y dos del sector privado), la más cercana se ubica a 60 km. del departamento de San Vicente, cuyo recorrido requiere más de 1.5 horas por ser malas las condiciones de la carretera.

De acuerdo a lo anterior, se deduce que no sería posible aprovechar el material producido en las plantas asfálticas existentes en la región occidental, para los proyectos de pavimentación de los cinco departamentos propuestos.

En el presente Proyecto se propone construir la base de producción asfáltica en el oriente para la rehabilitación de las infraestructuras viales de los cinco departamentos marginados hasta el momento, a causa de los fuertes movimientos políticos durante los doce años del conflicto nacional. Dentro de este ambicioso programa se pretende resolver el problema del deterioro de las carreteras más afectadas en el área del Proyecto, y de esta manera, mejorar la calidad de vida de la

población local, reactivar la economía y a la larga, contribuir al desarrollo regional.

2.2.2 Estudio de la Solicitud

El presente Proyecto ha sido solicitado por el Gobierno de El Salvador en 1993. Transcurridos dos años desde que fue presentada la primera solicitud, se agregaron nuevos equipos a la lista anterior, sometiéndose la nueva lista a consideración y discusión entre las autoridades Salvadoreñas y el equipo de diseño básico enviado por el Gobierno del Japón (véase la "Minuta de Discusiones" adjunta), y se llegó a preparar una nueva lista con las debidas modificaciones que se presentan a continuación.

Equipos

A. PLANTA ASFALTICA TIPO

CALENTADOR

1. Planta asfáltica	80-100 t/h	1 unidad
2. Básculas	30 t.	1 unidad
3. Camiones Volquetas	10 t.	10 unidades
4. Cargadores sobre ruedas	170-120 HP	1 unidad
5. Generadores	300KVA	1 unidad
6. Camionetas		1 unidad

B. PLANTA TRITURADORA

1. Planta trituradora		1 juego
2. Camiones Volquetas	10 t.	3 unidades
3. Rodillos de ruedas	170-120 HP	1 unidad
4. Tractor de orugas	200 HP	1 unidad
5. Compresores		1 unidad
6. Perforadores		10 unidades
7. Trituradores Jumbo		1 unidad
8. Camionetas		1 unidad
9. Taladro sobre orugas		1 unidad

C. EQUIPOS DE LABORATORIO	
1. Equipos de laboratorios	1 juego
D. EQUIPOS DEL TALLER DE REPARACION	
1. Equipos de reparación	1 juego
2. Camionetas	2 unidades
CONSTRUCCION DE PLANTAS	
A PLANTA ASFALTICA	
1. Instalación de la planta asfáltica (incluyendo obras de cimentación)	1 juego
2. Construcción de báscula	1 juego
B. PLANTA TRITURADORA	
1. Instalación de la planta trituradora	1 juego
C. LABORATORIOS Y OFICINA DE SUPERVISION	1 edificio
D. INSTALACIONES ELECTRICAS	1 juego
E. SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA	1 juego

Por lo tanto, los estudios del presente capítulo están basados en los términos de referencia modificados, así como en las informaciones y datos adquiridos durante el estudio que se llevó a cabo en El Salvador.

(1) Estudio del Plan de Pavimentación

1) Estudio de los Caminos a Pavimentarse

a. Longitud de Reparación según la Clase de Caminos

Actualmente no existe en la región oriental del país una planta asfáltica, por lo que la nueva planta a ser construida dentro del marco del presente Proyecto será la única.

El organismo ejecutor del Proyecto es la DGC del MOP. A la fecha se está estudiando la posibilidad de transferir los caminos municipales de la DUA a la jurisdicción de la DGC, como una medida de reestructuración institucional que se está llevando a cabo por el MOP. Aunque aún no se ha completado su integración al marco organizativo, la DGC ya se está haciendo cargo de los caminos municipales de las principales ciudades. Por lo tanto, la nueva planta asfáltica proveerá del material necesario para la pavimentación, no sólo de los caminos de la DGC sino también de la DUA, y que se encuentran clasificados de la siguiente manera:

- | | | |
|---------------------------------------------------------|---|-----|
| 1. Caminos especiales | } | DGC |
| 2. Caminos de 1a. clase | | |
| 3. Caminos de 2a. clase | | |
| 4. Caminos de 3a. clase mejorada | | |
| 5. Caminos de 3a. clase | | |
| 6. Caminos municipales de las principales ciudades..... | | DUA |

Cabe mencionar en relación a estos caminos que existen otros proyectos de cooperación internacional, como por ejemplo los del BID, que contemplan mejorar y rehabilitar las carreteras internacionales Panamericana y Litoral, así como otros tramos de los caminos existentes, los cuales serán excluidos del presente Proyecto.

En base a estas consideraciones, se seleccionaron los caminos a ser pavimentados y reparados con el hormigón asfáltico producido por la planta a ser instalado por el presente Proyecto, los cuales se detallan a continuación:

Cuadro 2.2.2.a
Camino bajo la jurisdicción de la DUA a ser pavimentados

Departamento	Total	Especiales	1a. clase	2a. clase	3a. clase mejorada	3a. clase
La Unión	294.00	0.00	92.00	42.30	0.00	159.70
Morazán	201.80	0.00	14.60	57.50	0.00	129.70
San Miguel	317.42	0.00	61.50	127.42	0.00	128.50
San Vicente	266.05	33.00	29.75	52.00	0.00	151.30
Usulután	323.80	0.00	45.10	103.00	11.20	164.50
Total	1,403.07	33.00	242.95	382.22	11.20	733.70

Camino bajo jurisdicción de la DUA

Departamento	Total	Especiales	1a. clase	2a. clase
La Unión	18.59	0.00	4.99	13.60
Morazán	11.28	0.00	5.30	5.98
San Miguel	73.29	0.00	24.30	48.99
San Vicente	10.00	0.00	6.82	3.18
Usulután	30.07	0.00	6.93	23.14
Total	143.23	0.00	48.34	94.89

Camino a ser mejorados por
otros proyectos de cooperación internacional

Departamento	Total	Especiales	1a. clase	2a. clase
La Unión	26.00	0.00	26.00	0.00
Morazán	19.60	0.00	14.60	5.00
San Miguel	73.60	0.00	43.50	30.10
San Vicente	64.35	16.50	29.75	18.10
Usulután	64.35	0.00	45.10	18.00
Total	246.65	16.50	158.98	71.20

Caminos a ser mejorados por
el presente Proyecto

Departamento	Total	Especiales	1a. clase	2a. clase	3a. clase mejorada	3a. clase
La Unión	286.59	0.00	70.99	55.90	0.00	159.70
Morazán	193.48	0.00	5.30	58.48	0.00	129.70
San Miguel	317.11	0.00	42.30	146.31	0.00	128.50
San Vicente	211.70	16.50	6.82	37.08	0.00	151.30
Usulután	290.77	0.00	6.93	107.14	11.20	164.50
Total	1,299.65	16.50	132.34	405.91	11.20	733.70

b. Grado de Deterioro de los Caminos

La DGC ha agrupado las vías de la red nacional en 5 categorías siguientes, según su grado de deterioro:

1. MUY BUENO: No presenta ningún impedimento para el tránsito vehicular.
2. BUENO: No presenta ningún impedimento para el tránsito vehicular, pero se observan algunos tramos con indicios de deterioro.
3. REGULAR: No presenta casi ningún impedimento para el tránsito vehicular, pero se debe reparar de manera parcial.
4. MALO: No presenta mayores impedimentos para el tránsito vehicular en la temporada seca, pero se vuelven intransitables en muchos tramos durante la temporada de lluvia.
5. MUY MALO: Difícilmente transitables incluso en la temporada seca.

Al aplicar estos criterios a los tramos a ser reparados clasificados anteriormente según clase de caminos, se tienen los siguientes datos:

Cuadro 2.2.3.b
Longitud total de los caminos según grado de deterioro

Caminos a ser pavimentados
en los cinco departamentos de la región oriental

Evaluación	Total	Espe- ciales	1a. clase	2a. clase	3a. clase mejorada	3 clase
DGC+DUA						
MB	74.30	33.00	41.30	0.00	0.00	0.00
B	147.88	0.00	53.10	83.58	11.20	0.00
R	466.43	0.00	185.79	280.64	0.00	0.00
M	847.59	0.00	11.10	102.79	0.00	733.70
MM	10.10	0.00	0.00	10.10	0.00	0.00
TOTAL	1,546.30	33.00	291.29	477.11	11.20	733.70
PROYECTOS BID						
MB	57.80	16.50	41.30	0.00	0.00	0.00
B	15.50	0.00	15.50	0.00	0.00	0.00
R	140.45	0.00	102.15	38.30	0.00	0.00
M	32.90	0.00	0.00	32.90	0.00	0.00
MM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	246.65	46.50	158.95	71.20	0.00	0.00

Caminos incluidos en el presente Proyecto

MB	16.50	16.50	0.00	0.00	0.00	0.00
B	132.38	0.00	37.60	83.58	11.20	0.00
R	325.98	0.00	83.64	242.34	0.00	0.00
M	814.69	0.00	11.10	69.89	0.00	733.70
MM	10.10	0.00	0.00	10.10	0.00	0.00
TOTAL	1,299.65	16.50	132.34	405.91	11.20	733.70

2) Estudio de la Prioridad de Reparación

Tal como se puede observar en los cuadros anteriores, los caminos en condiciones malas y muy malas (824.79 km.) ascienden a 1,299.65 km. que corresponden al 63% del total, excluyendo los caminos en reparación o reparados con financiamiento del BID u otros proyectos de cooperación internacional.

La vida útil de los caminos pavimentados se estima generalmente en 10 años, con variaciones que dependen de las condiciones climáticas, volumen de tránsito, etc. Sin embargo, los caminos de los cinco departamentos no han sido reparados ni mantenidos debidamente durante los doce años del conflicto nacional y a los que se suman tres años más después de alcanzarse la paz. Por lo tanto, también conviene incluir en el plan de mejoramiento los caminos actualmente categorizados como "buenos".

De esta manera, para la formulación del presente plan, conviene proceder a la rehabilitación de los caminos agrupados en las categorías 4 y 5 (malos y muy malos) con mayor prioridad, y subsiguientemente los caminos de los grupos 3, 2 y 1, en este mismo orden.

Existen, sin embargo, tramos de los caminos calificados como buenos (grupo 3), cuya superficie se halla muy deteriorada a consecuencia de la falta de atención durante los años en que la situación político-social no permitía efectuar las obras,

viendose en la necesidad de someterse al mantenimiento periódico de la DGC. Estos tramos ascienden a 4.8 km. (de los 12 km. del departamento de San Miguel), equivalente al 40% del total según los estudios efectuados en esta oportunidad.

Los caminos actualmente calificados como buenos y muy buenos (2 y 1), también tendrán que ser reparados en el futuro, ya que el reciente incremento del volumen de tránsito está afectando su estructura. Aunque estos dos grupos no se incluyen dentro del plan de pavimentación final en los próximos diez años, no cabe duda de que con el transcurso del tiempo las superficies quedarían deterioradas. En vista de lo cual, el presente Proyecto incluirá la formulación de un plan de mejoramiento (provisorio) utilizando la mano de obra humana, para a un tramo correspondiente al 10% del total de estos caminos.

En base a estos criterios, el proyecto de pavimentación para los cinco departamentos estará constituido por dos subproyectos: el de pavimentación final en el que se utilizará la terminadora de asfalto, y el de pavimentación provisional que la DGC ha venido implementando como medidas de emergencia. El orden de prioridad de la ejecución de estos subproyectos sería el siguiente:

A. Pavimentación final con el uso de maquinarias

Prioridad Aplicación

- 1: Rehabilitación de los caminos calificados como muy malos y malos (grupos 4 y 5)
- 2: Rehabilitación de los caminos calificados como regulares (grupo 3), y se rehabilitarán después de finalizarse las obras anteriores (prioridad 1).

- 3: Rehabilitación de los caminos calificados como buenos (grupo 2), y se rehabilitarán después de finalizarse las obras anteriores (prioridad 2).
- 4: Rehabilitación de los caminos calificados como muy buenos (grupo 1) y se rehabilitarán, después de finalizarse las obras anteriores (prioridad 3).

B. Pavimentación provisoria con fuerza humana

Prioridad Aplicación

- A: Paralelamente a la prioridad 1, se repararán los caminos regulares (grupo 3) por el método tradicional adoptado por la DGC (pavimentación parcial con fuerza humana)
- B: Reparación de los caminos buenos (grupo 2) en los mismos términos, al finalizar las obras de la prioridad A.
- C: Reparación de los caminos muy buenos (grupo 3) en los mismos términos, al finalizar las obras de la prioridad B.

3) Estudio del Plan de Ejecución de Obras de Reparación

El grosor del pavimento de los caminos categorizados por la DGC se indica en el siguiente cuadro:

Clases	Long. total (km.)	Ancho efectivo (m)	Ancho de pavim. (m)	Grosor de pavim. (cm)
1 Caminos especiales	16.50	30.6	14.6	9.0
2 1a. clase	84.00	12.0	7.3	9.0
3 2a. clase	311.02	9.5	6.5	6.0
4 3a. clase mejorada	11.20	8.0	6.0	5.0
5 3a. clase	733.70	6.0	6.0	5.0

En base a estas normas y a los resultados del estudio de prioridad, el requerimiento de asfalto en los próximos quince años se estima en 1,280,000 toneladas (Cuadro 2.2.3 c.), en base a la siguiente expresión matemática:

Volumen de asfalto en toneladas (T) =

$$L * l * t / 100 * SG$$

Donde, L: Longitud total de los caminos (m)

l: ancho de los caminos:

t: grosor de pavimento (cm.)

SG: peso específico (2.3)

Cuadro 2.2.2.c Material Necesario Para el Asfaltado
(1/3)

Carreteras para Asfaltado Final

Situación	Longitud (km.)	Material (t.)
Asfaltado Final		
Muy Bueno	16.50	49,866
Bueno	132.38	139,517
Regular	325.98	343,767
Malo	814.69	585,718
Muy Malo	10.10	9,060
Asfaltado Provisional		
Muy Bueno	1.65	4,987
Bueno	13.24	13,952
Regular	130.39	137,507
Total	1,444.93	1,284,373

Carreteras Especiales

Situación	Long. (km.)	Ancho (m.)	Espesor (cm.)	Material (t.)
Asfaltado Final				
Muy Bueno	16.50	14.6	9.0	49,866
Bueno	0.00	14.6	9.0	0
Regular	0.00	14.6	9.0	0
Malo	0.00	14.6	9.0	0
Muy Malo	0.00	14.6	9.0	0
Asfaltado Provisional				
Muy Bueno	1.65	14.6	9.0	4,987
Bueno	0.00	14.6	9.0	0
Regular	0.00	14.6	9.0	0
Total	18.15			54,853

Cuadro 2.2.2.c Material Necesario Para el Asfaltado
(2/3)

Carreteras de Primera Clase

Situación	Long. (km.)	Ancho (m.)	Espesor (cm.)	Material (t.)
Asfaltado Final				
Muy Bueno	0.00	7.3	9.0	0
Bueno	37.60	7.3	9.0	16,817
Regular	83.64	7.3	9.0	126,388
Malo	11.10	7.3	9.0	16,773
Muy Malo	0.00	7.3	9.0	0
Asfaltado Provisional				
Muy Bueno	0.00	7.3	9.0	0
Bueno	3.76	7.3	9.0	5,682
Regular	33.46	7.3	9.0	50,555
Total	169.56			256,216

Carreteras de Segunda Clase

Situación	Long. (km.)	Ancho (m.)	Espesor (cm.)	Material (t.)
Asfaltado Final				
Muy Bueno	0.00	6.5	6.0	0
Bueno	83.58	6.5	6.0	74,971
Regular	242.34	6.5	6.0	217,379
Malo	69.89	6.5	6.0	62,691
Muy Malo	10.10	6.5	6.0	9,060
Asfaltado Provisional				
Muy Bueno	0.00	6.5	6.0	0
Bueno	8.36	6.5	6.0	7,497
Regular	96.94	6.5	6.0	86,952
Total	511.20			458,550

Cuadro 2.2.2.c Material Necesario Para el Asfaltado
(3/3)

Carreteras de Tercera Clase Mejorada

Situación	Long. (km.)	Ancho (m.)	Espesor (cm.)	Material (t.)
Asfaltado Final				
Muy Bueno	0.00	6.0	5.0	0
Bueno	11.20	6.0	5.0	7,728
Regular	0.00	6.0	5.0	0
Malo	11.10	6.0	5.0	0
Muy Malo	0.00	6.0	5.0	
Asfaltado Provisional				
Muy Bueno	0.00	6.0	5.0	0
Bueno	1.12	6.0	5.0	773
Regular	0.00	6.0	5.0	0
Total	12.32			8,501

Carreteras de Tercera Clase

Situación	Long. (km.)	Ancho (m.)	Espesor (cm.)	Material (t.)
Asfaltado Final				
Muy Bueno	0.00	6.0	5.0	0
Bueno	0.00	6.0	5.0	0
Regular	0.00	6.0	5.0	0
Malo	733.70	6.0	5.0	506,253
Muy Malo	0.00	6.0	5.0	0
Asfaltado Provisional				
Muy Bueno	0.00	6.0	5.0	0
Bueno	0.00	6.0	5.0	0
Regular	0.00	6.0	5.0	0
Total	733.70			506,253

4) Estudio del volumen permisible de pavimentación

a. Equipos para pavimentación disponibles en los cinco departamentos de la región oriental

Actualmente, DGC dispone de tres terminadoras asfálticas, a las que se suman cuatro unidades que poseen las cuatro firmas constructoras locales (una de cada una). Además, existen 28 compactadores, cuya pertenencia se resume en el siguiente cuadro. Los equipos japoneses y norteamericanos existentes fueron suministrados entre 1989 y 1993, y su estado de mantenimiento es bueno.

Las cuatro terminadoras asfálticas de las empresas privadas fueron adquiridas en la década pasada, y son suficientemente operables.

Equipos disponibles en MOP

Equipos	Unidades	Japoneses	USAID	Otros
Terminadoras asfálticas	3	1	2	0
Rodillos vibradores	11	7	4	0
Rodillos tandem biaxiales	10	3	3	4
Rodillos de rueda	7	3	4	0

Los equipos de pavimentación se componen de terminadoras asfálticas, rodillos tandem biaxiales y rodillos de rueda, mientras que los compactadores son combinados con las terminadoras asfálticas. Por lo tanto, la pavimentación se efectúa con el uso de cada uno de estos tres tipos de equipos.

Las obras de mejoramiento de la región occidental, al igual que en la oriental, consisten en efectuar directamente las reparaciones de la superficie de los caminos mediante la fuerza manual; para las grandes obras que requieren de las maquinarias

especializadas, se contratan generalmente los servicios del sector privado, salvo cuando se tratan de pequeñas obras.

Por lo tanto, podrían transferirse los equipos disponibles en la región occidental, para las obras de la región oriental, exceptuando un juego de los equipos necesarios para las pequeñas obras de pavimentación. Concretamente, podrían utilizarse dos de las tres terminadoras (2 juegos) de DGC para los trabajos que se realizarán en los cinco departamentos objeto del Proyecto.

Sobre este tópico, ya se ha discutido y obtenido los consentimientos de las autoridades de DGC.

b. Estudio del volumen de pavimentación

El volumen de pavimentación que se puede efectuar con los dos juegos de equipos existentes a ser transferidos a las obras de los cinco departamentos de la región oriental, depende de la capacidad de las terminadoras. En este apartado se estudiará el volumen de pavimentación basado en la capacidad de las dos terminadoras.

La capacidad de una unidad AF se calcula mediante la siguiente expresión matemática:

$$T = V \cdot W \cdot 60 \cdot H \cdot E \cdot t \cdot SG$$

Donde,

T: Vol. de pavimentación de cada unidad AF (t./d.)

V: Velocidad de trabajo de una unidad AF (2.5 m/min.)

W: Ancho de pavimentación de AF (3m)

H: Tiempo de trabajo diario (8 horas)

E: Rendimiento (0.6)

t: Espesor de terminación de cada capa (0.05 m)

SG: Densidad de capa compactada (2.3)

De este cálculo, se estima el volumen de pavimentación de una unidad de AF en 248.4 t.; y por lo tanto, en 497 t. cuando se utilizan dos unidades. En otras palabras, la nueva planta asfáltica deberá tener una capacidad de producción diaria de 497 t.

c. Estudio del período de las obras de pavimentación

De los resultados anteriores, se tiene que el volumen de asfalto requerido para la pavimentación de los caminos es de 1,280,000 t., que se interpreta en unos 500 t. diarios. Por lo tanto, el período requerido para terminar de pavimentar todos los caminos seleccionados se estima en 15 años, según el siguiente cálculo:

Período de pavimentación (T)

$$\begin{aligned} &= \text{Vol. requerido de asfalto} / (\text{pav. diaria} + \text{días operables al año}) \\ &= 1,280,000 \text{ t.} / (500 \text{ t.} \times 172 \text{ días}) = 14.9 \text{ años} \end{aligned}$$

En este caso, los días operables al año se estimaron en 172, según el siguiente cálculo:

Días operables al año

$$= 365 \text{ días} - (\text{días de descanso} + \text{mantenimiento periódico} + \text{días lluviosos que obligan a suspender los trabajos})$$

Donde,

$$\text{Días de descanso: } (365 \text{ días} - 365/7 \times \text{días}) = 104 \text{ días}$$

Mantenimiento: 1 mes (30 días)

Días lluviosos: 59 días (precipitación \geq 10 mm. diarios)

Dado que los caminos que se contemplan pavimentar a través del presente Proyecto suman un total de 1,300 km., tal como se muestra en el siguiente cuadro, si se pretende terminar de ejecutar todas las obras en 15 años, se debería pavimentar

anualmente unos 86.64 km. (1,299.65 km/15 años); ésta sería, por lo tanto, la capacidad que debería dotarse al presente Proyecto.

1 Caminos especiales	16.50 km.
2 Caminos de 1ª clase	132.34 km.
3 Caminos de 2ª clase	405.91 km.
4 Caminos de 3ª clase mejorada	11.20 km.
5 Caminos de 3ª clase	733.70 km.
Total	1,299.65 km.

5) Situación real del mejoramiento de caminos para pavimentación

El presente Proyecto produciría los beneficios propuestos sólo si el material producido en la planta asfáltica a ser construida en la región oriental sea adecuadamente utilizada y destinada para la pavimentación de los caminos propuestos inicialmente. Por lo tanto, en este apartado, se estudiará la situación actual del esquema de mejoramiento de los caminos, mediante el cual el gobierno salvadoreño está implementando las obras de pavimentación de los caminos.

Actualmente, existe el Plan Nacional de Carreteras (1992-1996) elaborado y puesto en ejecución por DGC en 1992. Sin embargo, todavía no se tiene un plan de pavimentación que contemple utilizar el hormigón asfáltico que se propone producir en la nueva planta solicitada. Por lo tanto, en este apartado, se estudiará la superficie pavimentable, en base al programa de mejoramiento de caminos de 1995, dentro del Plan Nacional mencionado.

Los programas de DGC para el mejoramiento de caminos actualmente en desarrollo (1995) en los cinco departamentos de la región oriental son los siguientes:

Proyectos	Long.	Caminos
Pavimentación	18.29	
1) Restauración de pavimento		1ª y 2ª clase
Mejoramiento y ejecución de plataforma		
2) Mejoramiento de caminos troncales	114.30	1ª y 2ª clase
3) Construcción de caminos regionales(Fase III)	78.60	3ª clase mejorada y 3ª clase
Sub-total 1+2+3	211.19	
4) Restauración de caminos parcelarios	71.21	Caminos regionales A y B, y municipales
Total	282.40	

Los proyectos correspondientes al numeral 1) del cuadro anterior son ejecutados directamente por DGC, a través de los 29 equipos de reparación. Mientras tanto, los numerales 2) y 3) consisten en reformar y reparar los tramos de los caminos seleccionados, y el 4) de los caminos regionales (A y B) y municipales, a través de la contratación del servicio privado.

Los tramos a ser pavimentados mediante el presente Proyecto corresponden a los numerales 1), 2) y 3) anteriores, que en total suman 1,300 km. Si bien actualmente no existe un plan concreto de mejoramiento de caminos a largo plazo, se contempla trabajar anualmente con 211.19 km. según el plan de DGC para 1995 y los valores del cuadro anterior.

Sin embargo, dado que el 50% de los camiones de volquete destinados a los servicios directos de DGC, se encontraban en reparación durante el presente Estudio, el factor de operación de estos vehículos, al momento, fue la mitad de la disponibilidad total. Por otro lado, el factor de cumplimiento del Plan Nacional de Carreteras por DGC en 1992 es, hasta la fecha, de un 70 a 80% de la meta propuesta; por lo que, la longitud real de mejoramiento, en este caso, se estima en 147 km. (211.19 x 0.7).

Por lo tanto, dado que la longitud anual pavimentable sería de 147 km., los 86.64 km. que se contemplan pavimentar mediante el presente Proyecto (cifra calculada mediante los procedimientos descritos en un apartado anterior) podrían ser trabajados plenamente con los equipos actuales que se disponen en el país.

6) Plan de ejecución de obras

De estos resultados, el plan de ejecución de las obras de pavimentación de los caminos prioritarios de los cinco departamentos de la región oriental en los quince años siguientes sería el siguiente:

Cuadro 2.2.2.d Plan de Pavimentación de Carreteras

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
MMB(provis.)												■	■	■	
MB (final)															■
B (provis.)								■	■	■	■	■			
B (final)													■	■	
R (provis.)	■	■	■	■	■	■	■								
R (final)									■	■	■	■			
M y MM	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					

(2) Estudio del Area del Proyecto

La pedrera Las Lomitas, donde se propone construir la planta asfáltica, se ubica casi al centro de los cinco departamentos, constituyendo un lugar estratégico para el transporte del material a diferentes puntos de la región.

Es importante recalcar también la ventaja de que existe en su cercanía una de las bases de producción de agregados de DGC, lo cual reduciría el costo de transporte de las materias primas para la producción de asfalto.

La superficie de la nueva planta se estima en unas 2.28 ha. Dado que el área seleccionada tiene una extensión de 11 ha., no presentan ningún problema de tipo espacio para las obras de construcción.

Por los motivos expuestos, se considera que el área seleccionada es ideal para la construcción de la nueva planta asfáltica.

(3) Estudio de los Equipos Solicitados

1) Equipos de la Planta Asfáltica tipo Calentador

a. Planta Asfáltica tipo Calentador

1. Dimensión de la Planta

Tal como se ha descrito anteriormente, la nueva planta deberá tener una capacidad de producción diaria de 497 t. de hormigón asfáltico; ésto quiere decir que la planta deberá tener una capacidad de 88.8 t./hr. Es decir, se requiere dotar a la planta de una capacidad superior a 90 t./hr.

La capacidad de producción horaria del hormigón asfáltico fue calculada mediante la siguiente expresión:

Capacidad de planta (t./hr.)

= Producción diaria / (horas de trabajo x rendimiento)

= (8*70%) = 88.8 t./hr.

Donde,

Horas de trabajo: 8 horas

Rendimiento: 70% (tiempo de espera de camiones de volquete)

2. Selección de Tipo de Planta (entre Dosificadora y Continúa)

Existen dos tipos de plantas asfálticas: dosificadora y continúa. La primera consiste en mezclar los materiales por cada determinada cantidad, mientras que en la segunda, la mezcla se hace en forma continúa. Si bien los dos tipos tienen sus ventajas y desventajas, la planta dosificadora se adecúa con mayor facilidad a la producción en pequeño lote, así como al cambio de dosificación.

En vista de que en El Salvador se trabajan actualmente con 30 dosis de asfalto y mezcla, y se produce diferentes tipos de mezcla al día, donde sus productos varían de día en día, para el presente Proyecto se decidió seleccionar el tipo de planta dosificadora.

3. Estudio del sistema colector de polvos

Los colectores de polvos pueden ser de los cuatro siguientes tipos:

Sistemas	Densidad de partículas contenidas en polvos
1 Colector de polvos inercial	30-50 g/m ³
2 Sistema de control de polvos tipo seco	10-20 g/m ³
3 Sistema de control de polvos tipo húmedo	-
4 Filtros de saco	0.1 g/m ³ ó menos

La planta asfáltica existente en la DGC se hallaba equipada solamente de un colector primario de polvos (tipo seco (2)) cuando fue suministrada por el Gobierno del Japón en 1988, habiendo provocado grandes inconveniencias a los habitantes locales y a las actividades agrícolas de las áreas circundantes, a causa de los polvos que se producían durante el secado de los agregados. Como contramedida, el MOP equipó la planta de un sistema de control de polvos con aspersores (tipo húmedo (3)) en 1991, logrando obtener mejoramientos considerables; pero el problema no ha sido resuelto completamente hasta que posteriormente fueron instalados los filtros de saco (tipo 4) como parte integral del programa de Cooperación Financiera No Reembolsable por el Gobierno del Japón.

Por lo tanto, en este Proyecto se decidió incluir la instalación de los filtros de saco para que el contenido de las partículas por cada 1 m³ de polvos sea de 0.1 g/m³ ó menos.

b. Báscula

Las básculas serán utilizadas para el pesaje de asfalto producido en la planta, y deben tener una capacidad coherente con los vehículos pesados que se utilizarán para el transporte de los materiales.

La lista de los equipos solicitados incluye los camiones volquetas para el transporte de asfalto. Dado que una unidad pesa 10 t. y tiene una capacidad de carga de otras 10 t. de asfalto y mezclas, el peso total sería de 20 t.

Además de éstos, habría que considerar también el peso del combustible, conductor y otros accesorios a ser equipados al vehículo. Dentro de estos, el combustible es el que representa mayor carga dado que un vehículo de este tipo está dotado generalmente de un tanque de combustible de 200 kg., lo que hace necesario considerar que el peso total sería de 30 toneladas.

Por lo tanto, se considera justificable suministrar la báscula de 30 t., en conformidad con la solicitud.

c. Camiones de Volquete (Peso de carga 10 t.)

Estos serán utilizados para transportar los materiales de la planta asfáltica hasta los sitios de la obra. En este Proyecto, la producción de la planta se estima en 497 t. al día. Sin embargo, la DGC ha venido implementando tradicionalmente las obras de reparación por fuerza humana, y el programa de rehabilitación de caminos incluye este tipo de obras de pavimentación provisoria, lo que requiere de 120 t. de asfalto al día.

Se utilizarán para tales fines los vehículos que actualmente están disponibles en la DGC, mientras que en este Proyecto se contempla suministrar camiones volquetas para ser utilizados en las obras de pavimentación final, que implicará transportar 377 t. de asfalto (497-120).

Para el cálculo de las unidades requeridas, se tomará en cuenta la distancia media desde la nueva planta hasta los sitios de la obra de cada uno de los departamentos, y con el requisito de que se transportará 377 t. al día.

1. Tiempo de transporte de asfalto

El tiempo de un ciclo requerido para el recorrido entre la nueva planta y cada uno de los departamentos se calcula mediante la aplicación de la siguiente fórmula matemática:

$$T=L/A1 + L/A2 + t$$

Donde, T: Tiempo de cada ciclo (min.)

L: Distancia media entre la nueva planta y cada uno de los departamentos

A1: Velocidad de ida : 40 km./h.
 A2: Velocidad de vuelta: 60 km./h.
 t: Tiempo de carga y descarga: 30 min.

Se calculó la distancia media entre la nueva planta y cada uno de los departamentos a través del uso de las hojas topográficas de escala 1:50,000, en base a la cual se obtuvo el tiempo de cada ciclo de un camión volqueta, cuyos resultados se resumen en el siguiente cuadro:

Departamentos	T (min.)	L (km.)
La Unión	132.5	41.0
Morazán	135.0	42.0
San Miguel	97.5	27.0
San Vicente	225.0	78.0
Usulután	150.0	48.0
Promedio	148.0	47.2

2. Unidades requeridas

En base a estos resultados y suponiendo que el tiempo de trabajo es de 8 horas, se calculó que se requieren 11.1 unidades de camiones volquetas. Sin embargo, suponiendo que el tiempo de trabajo sea de 9 horas, se podría abastecer y cubrir la necesidad con 10 unidades.

En este caso, un ciclo de tiempo de un camión supera, en todos los casos, los 60 min. por lo que no es necesario modificar el tiempo de operación de la planta.

Unidades requeridas de camiones volquetas

1	Tiempo diario de trabajo			8 horas	9 horas
2	Tiempo diario de trabajo	(min.)		480	540
3	Tiempo del ciclo	(min./unidad)		148	148
4	Recorridos de 1 camión	(veces/día)	1/2	3.24	3.65
5	Vol. de transporte de 1 recorrido	(t./vez)		10.5	10.5
6	Vol. de transporte de 1 día	(t./unidad)	4x5	34.05	38.31
7	Vol. total de transporte de asfalto	(t./día)		498	498
8	Asfalto para pavi. provisoria	(t.)		120	120
9	Asfalto para pavim. final	(t.)		378	378
10	Unidades requeridas	(unidades)	9/6	11.10	9.87

Por otro lado, actualmente DGC dispone de un total de 53 camiones de volquete en los cinco departamentos de la región oriental, de los cuales 27 (50.9%) se encuentran en operación.

Dotación total en 5 deptos.	En operación	En reparación
53	27 (50.9%)	26 (49.1%)

Las obras de pavimentación provisoria que la DGC viene realizando son ejecutadas a través de 29 equipos (que requieren 29 camiones de volquete). Al considerar que el requerimiento neto de vehículos para estas obras es de 12 unidades, suponiendo que diariamente se efectúen 120 t. de pavimentación, sobrarían teóricamente 17 (29-12) unidades que podrían destinarse al presente Proyecto.

Sin embargo, tal como se ha indicado anteriormente, sólo el 50.9 % de las unidades disponibles en esta región es

operable, en realidad son 15 camiones ($29 \times 50.9\% = 15$) los que se hallan funcionando, por lo que las unidades que pueden ser destinadas al presente Proyecto son únicamente 3 ($15 - 12 = 3$).

De estos resultados, se ha decidido utilizar estas 3 unidades, y las 7 unidades faltantes ($10 - 3 = 7$) serían suministradas dentro del marco del presente Proyecto.

d. Cargadores a la tolva en frío

Sirven para cargar los agregados acopiados en el área de almacenamiento a las tolvas en frío, cuya distancia se estima en 25 mts. Por la forma de las tolvas, se considera que los cargadores de ruedas son los más adecuados, porque también concuerdan con las normas abajo indicadas.

Por lo tanto, en este Proyecto, se seleccionarán los cargadores de rueda por considerarse los equipos más adecuados.

Distancia adecuada de transporte de cada equipo

Equipos	Distancia adecuada
Tractores de orugas	60 mts. ó menos
Cargadores de rueda	40 mts. ó menos
Palas de arrastre	200-1,200 mts.
Excavador tipo cucharat camiones de volquete	100 mts. ó más

Fuente: Guías de ejecución de obras civiles de caminos
(Asociación de Caminos del Japón, 1986)

El volumen de transporte y carga de los cargadores sobre ruedas coincide con el volumen de producción de asfalto. Dado que la planta produce 497 toneladas de asfalto al día, y suponiendo 8 horas de operación, la producción por hora sería de 62.13 t.

Por lo tanto, los cargadores sobre ruedas requieren de una capacidad suficiente para cargar 62.13 t. de material por hora a las tolvas.

En este estudio, se calculó el volumen de carga por hora de un cargador sobre ruedas mediante la aplicación de la siguiente fórmula (Cuadro 2.2.2 e), y se determinó que el cubo del equipo a ser suministrado debe tener una capacidad de 2.5 m³.

$$Q = (3,600 * q * k * f * E) / C_m$$

Donde, Q:	Volumen de trabajo por hora	(m ³ /h)
T:	Idem (densidad aparente=1.47)	(t/h)
q:	Capacidad de carga del cubo	(m ³)
k:	Coeficiente del cubo	
f:	Coeficiente de conversión de macadam=1	
E:	Rendimiento de trabajo=0.7	
C _m :	(Tiempo de ciclo)=m*2*1+t ₁ +t ₂	(seg)
m:	Coeficiente (ruedas = 1.8)	
l:	Distancia de transporte (ida)	(m)
t ₁ :	Tiempo de rastrilleo	(seg)
t ₂ :	Tiempo de carga	(seg)

Cuadro 2.2.2 e.
 Capacidad de cargadores sobre ruedas
 (planta asfáltica: carga de macadam)

	Capacidad del cubo (m ³)						
	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
T	25.6	38.5	51.3	64.1	76.9	89.8	102.6
Q	17.4	26.2	34.9	43.6	52.3	61.1	69.8
q	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
k	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
f	1	1	1	1	1	1	1
E	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Cm	130	130	130	130	130	130	130
m	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
l	25	25	25	25	25	25	25
t1	20	20	20	20	20	20	20
t2	20	20	20	20	20	20	20

e. Otros Equipos

La lista de solicitud incluye generadores y camionetas.

Actualmente, existe una línea de transmisión de 4.16 KV hasta el sitio del Proyecto, con suficiente capacidad para abastecer la necesidad energética del sitio. Si bien son pocas las interrupciones eléctricas en esta zona, se presentan de vez en cuando trabajos de obras eléctricas, relámpagos, etc. llegando incluso a cortarse el fluido eléctrico por varias horas. Esta interrupción, para el caso específico de la planta asfáltica, puede provocar serias situaciones al fraguarse el asfalto que se encuentra en el interior de la hormigonera o de la tubería de succión, afectando en especial a la evacuación del material. Por lo tanto, el generador constituye un equipo indispensable para la planta, y su capacidad será diseñada de

acuerdo a la energía requerida para el arranque de la hormigonera.

Por otro lado, se han incluido también las camionetas en la lista de solicitud de suministro presentada por el Gobierno Salvadoreño. Los sitios de las obras de pavimentación se encuentran dispersos en los cinco departamentos, y el ámbito del programa se hace cada vez más extenso; estos sitios carecen prácticamente de sistema de comunicación. Por otro lado, al entrar en operación la nueva planta asfáltica, comenzarán a circular más de 20 vehículos de transporte por las vías públicas. En estas circunstancias, las camionetas servirán de medio de comunicación y de vigilancia de los sitios de las obras.

Sin embargo, en vista de que el presente Proyecto consiste principalmente en la construcción de la planta asfáltica, y los equipos que sirvan de comunicación con los sitios de obras o para las rondas de supervisión salen del alcance del presente Proyecto, se ha decidido omitir las camionetas de la lista de suministro.

2) Equipos de la Planta Trituradora

a. Plan de Producción de Agregados

1. Dosificación

Se efectuó la dosificación de asfalto sujeta a las normas ASTM, y asumiendo la utilización de los agregados producidos en la pedrera Las Lomitas, cuyos resultados se muestran en el siguiente cuadro:

Diám. máx. (mm.)	Margen (%)	Peso específico (%)	Peso de pasaje (%)
20	90-100	0	100
13	-	6.4	93.6
10	56-80	15.5	78.1
5	35-65	28.7	49.4
2.5	23-49	21.8	27.6
0.3	5-19	14.3	13.3
0.074	2-8	7.2	6.1
Vol. asfalto		6.0	

2. Capacidad de Producción de Agregados en la Pedrera Las Lomitas

La Pedrera Las Lomitas tiene una extensión de 11.04 ha. en donde se distribuyen las rocas afloradas del volcán San Miguel en un espesor de 5 m. Los agregados que se utilizarán en el presente Proyecto serán extraídos de esta pedrera. Actualmente, ya se ha explotado una extensión de 1.68 ha. en la parte sur, y se contempla construir la nueva planta en la parte oeste donde ocuparía 2.28 ha. Por lo tanto, la superficie explotable para los futuros proyectos sería de 7.08 ha. Dado que el grosor de la capa rocosa es de 5 m. aproximadamente, el volumen explotable se estima en unos 354,000 m³.

Por otro lado, en el presente Proyecto se contempla producir un total de 1,283,373 toneladas de asfalto; de las cuales los agregados corresponden a unas 1,207,311 t. (5245,917m³) al restarle el volumen del asfalto. Al considerar que este cálculo no incluye la pérdida que se generaría durante la producción, se deduce que la pedrera no dispone de suficiente materia prima para efectuar las obras de pavimentación para los cinco departamentos.

	<u>Peso (t.)</u>	<u>Volumen (m³)</u>
Requerimiento de la mezcla	1,284,373	558,423
Requerimiento de agregados	1,207,311	524,918
Requerimiento de asfalto	7,762	

De acuerdo con la dosificación de diseño, cada tonelada de agregados estaría compuesta por 72.4% de agregados gruesos, 21.5% finos y 6.1% de relleno.

Agregados gruesos	20-13 mm	6.4%	} 72.4%
	13-10 mm	15.5%	
	10- 5 mm	28.7%	
	5- 2.5 mm	21.8%	
Agregados finos	2.5-0.3 mm	14.3%	} 21.5%
	0.3-0.074mm	7.2%	
Rellenos	0.074-0 mm	6.1%	6.1%

La pedrera Las Lomitas constituye la única base de producción de agregados para la región oriental, y no puede abastecer totalmente la necesidad de los cinco departamentos. Además, existen también áreas en que se obtienen difícilmente las materias finas, existiendo la necesidad de incluir el proceso de producción de los agregados en la planta trituradora.

El programa de rehabilitación de los caminos requerirá producir en quince años un total de 88,625 t. anuales (incluyendo un 10% de pérdida del volumen estimado en el numeral "4"); esto implica que el requerimiento podrá satisfacerse en esta pedrera de aquí a 9 años, donde se precisa buscar una nueva fuente a partir del décimo año.

Cuadro 2.2.2 f
Producción de agregados

Ano	① Prod. Hormigon Asfáltico (t)	② Prod. Acum. Conc. Asf. (t)	③ Cantidad de Asfalto (t)	④ Cantidad de Agregados (t)	⑤ Total Agregados Explot. (m3)	⑥ Agregados Explotables en Ton (t)	⑦ Producción de Agregados (t)	⑧ Exist. Agregad. Explot. (t)
1	85,625	85,625	5,138	80,488	354,000	814,200	88,536	725,664
2	85,625	171,250	10,275	160,975	354,000	814,200	177,073	637,128
3	85,625	256,875	15,413	241,463	354,000	814,200	265,609	548,591
4	85,625	342,500	20,550	321,950	354,000	814,200	354,145	460,055
5	85,625	428,125	25,688	402,438	354,000	814,200	442,681	371,519
6	85,625	513,750	30,825	482,925	354,000	814,200	531,218	282,983
7	85,625	599,375	35,963	563,413	354,000	814,200	619,754	194,446
8	85,625	685,000	41,100	643,900	354,000	814,200	708,290	105,910
9	85,625	770,625	46,238	724,388	354,000	814,200	796,826	17,374
10	85,625	856,250	51,375	804,875	354,000	814,200	885,363	-71,163
11	85,625	941,875	56,513	885,363	354,000	814,200	973,899	-159,699
12	85,625	1,027,500	61,650	965,850	354,000	814,200	1,062,435	-248,235
13	85,625	1,113,125	66,788	1,046,338	354,000	814,200	1,150,971	-336,771
14	85,625	1,198,750	71,925	1,126,825	354,000	814,200	1,239,508	-425,308
15	85,625	1,284,375	77,063	1,207,313	354,000	814,200	1,328,044	-513,844

b. Planta Trituradora

1. Posibilidad de Aprovechamiento de las Plantas Existentes

Anteriormente, las operaciones de la pedrera Las Lomitas habían sido efectuadas mediante 3 trituradoras que fueron adquiridas varios años atrás, y el último equipo dejó de operar en enero del presente año, obligando a suspender la producción de la planta.

Ante esta situación, la DGC ha trasladado una de las trituradoras de la región occidental como una medida provisoria. Sin embargo, a causa de esta transferencia de equipo, se ha reducido el volumen de suministro de agregados a la planta asfáltica del occidente.

Según ha manifestado la DGC, ésta ha sido una medida meramente provisoria, por lo que se contempla transferir el equipo nuevamente al occidente una vez que la nueva planta haya sido construida en el oriente.

Por lo tanto, la nueva planta trituradora será dimensionada para satisfacer el requisito de que se producirán aquí los agregados requeridos para el volumen total de asfalto propuesto en el presente Proyecto.

2. Dimensión de la planta

Para el dimensionamiento de la planta trituradora, se ha tomado en cuenta la necesidad de dotar a la planta de una capacidad suficiente para cubrir el requerimiento de agregados para la producción diaria de asfalto propuesta (incluyendo el 10% de la pérdida).

Producción de agregados

Tamíz (mm)	Peso específico (%)	Vol.de agregados (t)	Vol.de agregados (m ³)
20-30	6.4	33.0	14.3
13-10	15.5	79.8	34.7
10-5	28.7	147.8	64.3
5-2.5	21.8	112.2	48.8
2.5-0.3	14.3	73.6	32.0
0.3-0.074	7.2	37.1	16.1
0.074-0	6.1	31.4	13.7
Total	100.0	514.9	223.9

* Volumen de uso de agregados (= Vol. de producción) incluye el 10% de la pérdida

Al igual que la planta asfáltica, se ha determinado el tiempo de trabajo a 8 horas por día y el rendimiento de trabajo en un 70%; de esta manera, se tiene que la producción de agregados sería de 92 t./h. $[514.9 / (8 \times 0.7)]$.

c. Camiones Volquetas

Estos vehículos serán utilizados con dos finalidades: 1) transporte de piedras extraídas hasta las tolvas, y; 2) transporte de agregados producidos hasta el lugar de almacenamiento (de la planta asfáltica).

Teniendo el requisito de transportar diariamente 514.9 toneladas de piedras y agregados, se calcularon las unidades requeridas mediante las siguientes expresiones matemáticas:

Para el Transporte de Piedras Extraídas y Producción de los Agregados

$$A = 514.9/B$$

$$B = Q \times 8 \text{ (horas de trabajo al día)}$$

Donde, A= Unidades requeridas de camiones

B= Vol. de transporte por 1 camión (t./día)

$$Q = (60 * C * Et) / Cmt$$

Donde, Q= Vol. de transporte por hora (t./día)

Et= 10 = vol. de una carga (t.)

Cmt= 70% = rendimiento de trabajo del camión

$$= (Cms*n)/(60*Es)+(T1+t1+T2+t2)$$

Cms= Tiempo de 1 ciclo del cargador

n= Ciclos del cargador para llenar de piedras (o agregados) el camión

$$= C/(q*K)$$

C= Volumen de carga de un camión (t)

q= Capacidad del cubo del cargador (m³)

K= Coeficiente del cubo del cargador

Es= Rendimiento de trabajo del cargador

T1= Tiempo de transporte del camión (min)

T2= Tiempo de vuelta del camión (min)

$$T1 = T2 = Di/Vi*60$$

Di= Distancia del recorrido (m)

Vi= Velocidad media del camión (km/h)

t1= Tiempo requerido para descarga (min)

t2= Tiempo requerido para carga (min)

Por lo tanto, se calculó que se requieren 1.76 y 1.31 unidades de camiones volquetas para el transporte de piedras y agregados, respectivamente (Cuadro 2.2.3 g), sumando un total de 4 unidades.

Cuadro 2.2.2 g
Volumen de transporte diario
de un camión volqueta en la planta trituradora

Rubros		Fórmulas	1) Transporte de piedras	2) Transporte de agregados
Unidad	A		2.09	1.56
t/día	B	$Q \cdot T$	264.08	330.20
8 hr.	T	$(60 \cdot C \cdot Et) / Cmt$	8.00	8.00
t/h	Q		30.76	41.27
10 t	C		10.00	10.00
0.7 min.	Et	$(Cms \cdot n) / 60Es) + (T1 + T2 = t2)$	0.70	0.70
seg.	Cmt		13.65	10.18
vez	Cms	$C / (q \cdot k)$	86.00	76.00
m3	n		5.33	4.44
coef.	q		2.50	2.50
0.7 min	k		0.75	0.90
km	Es		0.70	0.70
km/hr	T1=T2	$Di / Vi \cdot 60$	1.20	0.90
min	Di		0.20	0.15
min	Vi		10.00	10.00
min	t1		0.17	0.17
min	t2		0.17	0.17

d. Cargadores sobre Ruedas

Los cargadores sobre ruedas se utilizarán para cargar piedras a los camiones volquetas en la pedrera, y de agregados en la planta asfáltica.

El volumen de carga de 1) piedras y de 2) agregados equivale al volumen de transporte de los camiones volquetas; por lo tanto, los cargadores deberán tener una capacidad de carga de 64.4 t. (514.9 t./8 hr.) por hora.

Con el fin de conocer las unidades requeridas de los cargadores sobre ruedas, se calculó primero el volumen de carga por hora mediante la siguiente expresión (Cuadros 2.2.2 h, 2.2.2 i):

$$Q = (3,600 * q * k * f * E) / C_m$$

Donde, Q:	Volumen de trabajo por hora	(m ³ /h)
q:	Capacidad de carga del cubo	(m ³)
k:	Coeficiente del cubo	
f:	Coeficiente de conversión de macadam=1	
E:	Rendimiento de trabajo=0.7	
C _m :	(Tiempo de ciclo)=m*2*l+t ₁ +t ₂	(seg)
m:	Coeficiente (ruedas = 1.8)	
l:	Distancia de transporte (ida)	(m)
t ₁ :	Tiempo de rastrilleo	(seg)
t ₂ :	Tiempo de carga	(seg)

$$\text{Tiempo de trabajo (min)} = 514.9 / Q$$

- 1) Carga de piedras : Capacidad del cubo 3.0 m³
(7.8 horas de trabajo)
- 2) Carga de agregados: Capacidad del cubo 2.0 m³
(8.6 horas de trabajo)

Estos valores corresponden a la capacidad de los cargadores de ruedas necesarios para cargar 64.4 t. por hora. Sin embargo, se considera la conveniencia de seleccionar un mismo modelo desde el punto de vista de mantenimiento de los equipos. Al suponer que se seleccionarán 2 cargadores con un cubo de 2.5 m³, proponiéndose destinar los equipos utilizados para cargar los agregados a la pedrera una vez que finalice la operación en la planta asfáltica, se tienen los siguientes resultados:

- 1) Carga de piedras : Capacidad del cubo 2.5 m³
(9.38 horas de trabajo)
- 2) Carga de agregados: Capacidad del cubo 2.5 m³
(6.90 horas de trabajo)
-
- Promedio 8.14 horas de trabajo

Cuadro 2.2.2 h
Capacidad de los cargadores sobre Ruedas
(Planta trituradora: para la carga de piedras extraídas)

	Capacidad del cubo (m ³)						
	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
Q	22.0	33.0	44.0	54.9	65.9	76.9	87.9
q	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
k	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
f	1	1	1	1	1	1	1
E	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Cm	86	86	86	86	86	86	86
m	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
l	10	10	10	10	10	10	10
t1	30	30	30	30	30	30	30
t2	20	20	20	20	20	20	20

Cuadro 2.2.2 i
 Capacidad de los cargadores de cubo
 (planta asfáltica: carga de agregados)

	Capacidad del cubo (m ³)						
	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
Q	29.8	44.8	59.7	74.6	89.5	104.4	119.4
q	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
k	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
f	1	1	1	1	1	1	1
E	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Cm	76	76	76	76	76	76	76
m	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
l	10	10	10	10	10	10	10
t1	20	20	20	20	20	20	20
t2	20	20	20	20	20	20	20

e. Tractor de orugas

Estos equipos serán utilizados para dos finalidades: 1) remoción de la tierra superficial, y; 2) acopio de piedras después de aplicar los explosivos.

Suponiendo el volumen de acopio de 514.9 t. al día, y el espesor de la capa rocosa de 5 m., la tierra superficial que debe ser removida se estima en 190 m² (514.9 t./2.7 t./m³), equivalente a un volumen de 95 m³.

El volumen de trabajo por hora (Q) para la remoción de tierra y acopio de piedras se calculó mediante la siguiente expresión:

Remoción de tierra

$$Q = q * f * 60 * E/Cm$$

$$Cm = (1/V1) + (1/V2) + 2 * 0.17$$

Donde, Q:	Volumen tierra removida por hora	(m ³ /h)
f:	Coefficiente de variación del volumen de tierra (0.7)	
E:	Rendimiento de trabajo	(0.7)
q1:	Vol. de tierra removida por ciclo	(m ³)
Cm:	Tiempo de ciclo	(min)
l:	Distancia de transporte de tierra	(m)
V1:	Velocidad de avance	(m/min)
V2:	Velocidad de retroceso	(m/min)

Acopio de piedras

En los mismos términos arriba descritos, se calculó el volumen de acopio de piedras por hora (Q2), suponiendo que se debe trabajar con 273 m³ [517.9 t./2.7 (peso específico de piedras) * 1.43 (factor de variación)] de piedras.

Por lo tanto, se ha calculado que se requiere de un tractor de orugas de 21 t. para la remoción de tierra y acopio de piedras (Cuadro 2.2.2 j).

Cuadro 2.2.2 j
Capacidad del tractor de orugas

Rubros		Capacidad de 11 t.	Capacidad de 15 t.	Capacidad de 21 t.
Q1	(m ³ /h)	14.6	20.9	29.5
Cm	(min)	4.14	3.90	3.59
q1	(m ³)	2.05	2.77	3.61
f		0.7	0.7	0.7
E		0.7	0.7	0.7
l	(m)	100.0	100	100
V1	(m/min)	40.0	42.0	44.0
V2	(m/min)	77.0	85.0	102.0
A	(m ³)	117	167	236
B	(m ³)	95	95	95
C1	(unidades)	0.82	0.57	0.40
Q2	(m ³)	26.9	38.4	54.0
Cm	(min)	2.24	2.12	1.97
q2	(m ³)	2.05	2.77	3.61
f		0.7	0.7	0.7
E		0.7	0.7	0.7
l	(m)	50.0	50.0	50.0
V1	(m/min)	40.0	42.0	44.0
V2	(m/min)	77.0	85.0	102.0
A	(m ³ /horas)	215	308	432
B	(m ³ /día)	273	273	273
C2	(unidades)	1.27	0.89	0.63
Unidades requeridas (C1+C2)		2.1	1.5	1.0

En este caso,

A (Vol. de trabajo en 8 horas): Q x 8 horas

B (Vol. a disponerse en un día):

Movimiento de suelo superficial: 190 m²*0.5=95 m³

Acopio de piedras: 273 m³

C (unidades): B/A

f. Perforadores y Taladro sobre Orugas

Estos equipos se utilizarán para la perforación de rocas con fines de aplicación de explosivos. Según la solicitud, actualmente la DGC dispone de diez perforadores y un taladro sobre orugas, aunque su capacidad se desconoce. Por lo tanto, se ha procedido a estudiar los modelos de los equipos y las unidades requeridas en base al volumen de perforación que se necesitaría para extraer 514.9 t. de piedras.

Según el Cuadro 2.2.2 k, se requieren de más perforadores manuales para la producción de 514.9 t. de agregados; mientras que en cuanto a el taladro sobre orugas, se puede cubrir el volumen total de trabajo con un sólo equipo de gran capacidad (para mayor detalles, véase el Cuadro 2.2.2 k.).

Equipos	Pequeño	Mediano	Grande
Perforador manual	28.30	18.19	9.43
Taladro sobre orugas (hidráulico) (con "air end" incorporado)	2.91	1.36	0.73

Sin embargo, existen algunos lugares que difícilmente podrían ser trabajados solamente con taladro sobre orugas, siendo necesario combinar los dos equipos. Por otro lado, la producción diaria de agregados es de 514.9 t., cuya materia prima sería extraída de unos 38.1 m² (514.9 t./2.7/5 m) de superficie de la pedrera. Esta extensión, al tomarse en cuenta la característica local, permitiría usar solamente una unidad de taladro sobre orugas. Por lo tanto, se ha decidido cambiar esta maquinaria con un perforador manual.

Tal como se muestra en el siguiente cuadro, en el caso de utilizar un taladro grande, el factor de operación sería de 66%, además de necesitar de un perforador manual, lo cual no sería ideal desde el punto de vista económico. Mientras tanto, en el caso de utilizarse un taladro pequeño, sería necesario además trabajar con 19 perforadores pequeños o 12 medianos, lo que tampoco sería adecuado porque la superficie del sitio de trabajo (19-2) no permitiría la entrada de más de 10 unidades.

	Perf. pequeños	Perf. medianos	Perf. grandes
Caso 1	3	2	1
Caso 2	8	5	3
Caso 3	19	12	6

Caso 1: En el caso de utilizar un taladro grande, la longitud de perforación sería de 4 m. siendo imposible trabajar las rocas con una sola unidad. Por lo tanto, es necesario utilizar los perforadores manuales para extraer el 10% del volumen total a extraerse.

Caso 2: En el caso de utilizar un taladro mediano

Caso 3: En el caso de utilizar un taladro pequeño

Por lo tanto, en el presente Proyecto, se ha optado por combinar los siguientes equipos:

	Perf. pequeños	Perf. medianos	Perf. grandes
1 taladro mediano	8	5	3
1 taladrado pequeño	-	-	6

Cuadro 2.2.2 k.
Estudio de Perforadores y Taladro sobre Orugas

Perforadores manuales

Vol. de perforación por hora (t) = $514.9/8 * 1.1 = 70.8$

Vol. de perforación por hora (m³) = $514.9/(8*2.7)*1.1 = 26.2$

Rubros		Pequeña	Mediana	Grande
(1) Capacidad (m ³ /hr)		26.2	26.2	26.2
(2) Long. de perforación (m/orificio)		0.6	0.8	1
(3) Núm. de orificios (orificios/m ²)	4/(2)	7	5	4
(4) Long. de orificios (m/m ²)	(2)*(3)	4.2	4	4
(5) Vol. de perforación (m ³ /m ²)	(2)*0.9	0.54	0.72	0.9
(6) Velocidad de perforación (m/min)		0.20	0.20	0.35
(7) Tiempo de perforación (min/orificio)	(2)/(6)	3.00	4.00	2.86
(8) Tiempo de desplazamiento (min/orificio)		2.00	2.00	2.00
(9) Tiempo de 1 ciclo (min/orificio)	(7)+(8)	5.00	6.00	4.86
(10) Tiempo de perforación (min/m ²)	(3)*(9)	35.00	30.00	19.43
(11) Tiempo de perforación (min/m ³)	(10)*(5)	64.81	41.67	21.59
(12) Tiempo de excavación (m ³ /hr)	60/(11)	0.93	1.44	2.78
(13) Requerimiento (unidades)	(1)/(12)	28.30	18.19	9.43

Taladrador sobre orugas (hidráulico)

Vol. de perforación por hora (t) = $514.9/8 * 1.1 = 70.8$

Vol. de perforación por hora (m³) = $514.9/(8*2.7)*1.1 = 26.2$

Rubros		Pequeña	Mediana	Grande
(1) Capacidad (m ³ /hr)		26.2	26.2	26.2
(2) Long. de perforación (m/orificio)		2.0	3.0	4.0
(3) Núm. de orificios (orificios/m ²)	4/(2)	2.0	1.3	1.0
(4) Long. de orificios (m/m ²)	(2)*(3)	4.0	4.0	4.0
(5) Vol. de perforación (m ³ /m ²)	(2)*0.9	1.8	2.7	3.6
(6) Velocidad de perforación (m/min)		0.50	0.70	1.00
(7) Tiempo de perforación (min/orificio)	(2)/(6)	4.00	4.29	4.00
(8) Tiempo de desplazamiento (min/orificio)		2.00	2.00	2.00
(9) Tiempo de 1 ciclo (min/orificio)	(7)+(8)	6.00	6.29	6.00
(10) Tiempo de perforación (min/m ²)	(3)*(9)	12.00	8.38	6.00
(11) Tiempo de perforación (min/m ³)	(10)*(5)	6.67	3.10	1.67
(12) Tiempo de excavación (m ³ /hr)	60/(11)	9.00	19.33	36.00
(13) Requerimiento (unidades)	(1)/(12)	2.91	1.36	0.73

Cuadro 2.2.2 1 (1/6)
Combinación de perforadores y taladro sobre orugas (1er. caso)

Perforadores manuales (10%)

Vol. de perforación por hora (t) = $514.9/8 * 1.1 = 70.8$

Vol. de perforación por hora (m³) = $514.9/(8*2.7)*1.1*10\% = 2.62$

Rubros		Pequeña	Mediana	Grande
(1) Capacidad (m ³ /hr)		2.62	2.62	2.62
(2) Long. de perforación (m/orificio)		0.6	0.8	1
(3) Núm. de orificios (orificios/m ²)	4/(2)	7	5	4
(4) Long. de orificios (m/m ²)	(2)*(3)	4.2	4	4
(5) Vol. de perforación (m ³ /m ²)	(2)*0.9	0.54	0.72	0.9
(6) Velocidad de perforación (m/min)		0.20	0.20	0.35
(7) Tiempo de perforación (min/orificio)	(2)/(6)	3.00	4.00	2.86
(8) Tiempo de desplazamiento (min/orificio)		2.00	2.00	2.00
(9) Tiempo de 1 ciclo (min/orificio)	(7)+(8)	5.00	6.00	4.86
(10) Tiempo de perforación (min/m ²)	(3)*(9)	35.00	30.00	19.43
(11) Tiempo de perforación (min/m ³)	(10)*(5)	64.81	41.67	21.59
(12) Tiempo de excavación (m ³ /hr)	60/(11)	0.93	1.44	2.78
(13) Requerimiento (unidades)	(1)/(12)	2.83	1.82	0.94

(2/6)

Taladro sobre orugas = hidráulico (90%)

Vol. de taladrado por hora (t) = $514.9/8*1.1 = 70.5$

Vol. de taladrado por hora (m^3) = $514.9/8*2.7)*1.1*90\%=23.58$

Rubros				Grande
(1) Capacidad (m^3/hr)				23.58
(2) Long. de perforación (m/orificio)				4.0
(3) Núm. de orificios (orificios/ m^2)	4/(2)			1.0
(4) Long. de orificios (m/m^2)	(2)*(3)			4.0
(5) Vol. de perforación (m^3/m^2)	(2)*0.9			3.6
(6) Velocidad de perforación (m/min)				1.00
(7) Tiempo de perforación (min/orificio)	(2)/(6)			4.00
(8) Tiempo de desplazamiento (min/orificio)				2.00
(9) Tiempo de 1 ciclo (min/orificio)	(7)+(8)			6.00
(10) Tiempo de perforación (min/ m^2)	(3)*(9)			6.00
(11) Tiempo de perforación (min/ m^3)	(10)*(5)			1.67
(12) Tiempo de excavación (m^3/hr)	60/(11)			36.00
(13) Requerimiento (unidades)	(1)/(12)			0.66

Cuadro 2.2.2 1 (3/6)

Combinación de perforadores y taladro sobre orugas (2º. caso)

Perforadores manuales (26.34%)

Vol. de perforación por hora (t) = $514.9/8 * 1.1 = 70.8$

Vol. de perforación por hora (m³) = $514.9/(8*2.7)*1.1*26.34\% = 6.9$

Rubros		Pequeña	Mediana	Grande
(1) Capacidad (m³/hr)		6.9	6.9	6.9
(2) Long. de perforación (m/orificio)		0.6	0.8	1
(3) Núm. de orificios (orificios/m²)	4/(2)	7	5	4
(4) Long. de orificios (m/m²)	(2)*(3)	4.2	4	4
(5) Vol. de perforación (m³/m²)	(2)*0.9	0.54	0.72	0.9
(6) Velocidad de perforación (m/min)		0.20	0.20	0.35
(7) Tiempo de perforación (min/orificio)	(2)/(6)	3.00	4.00	2.86
(8) Tiempo de desplazamiento (min/orificio)		2.00	2.00	2.00
(9) Tiempo de 1 ciclo (min/orificio)	(7)+(8)	5.00	6.00	4.86
(10) Tiempo de perforación (min/m²)	(3)*(9)	35.00	30.00	19.43
(11) Tiempo de perforación (min/m³)	(10)*(5)	64.81	41.67	21.59
(12) Tiempo de excavación (m³/hr)	60/(11)	0.93	1.44	2.78
(13) Requerimiento (unidades)	(1)/(12)	7.45	4.79	2.48

(4/6)

Taladro sobre orugas = hidráulico (73.66%)

Vol. de taladrado por hora (t) = $514.9/8*1.1 = 70.5$

Vol. de taladrado por hora (m³) = $514.9/8*2.7)*1.1*73.66\%=19.3$

Rubros		Mediana
(1) Capacidad (m ³ /hr)		19.3
(2) Long. de perforación (m/orificio)		3.0
(3) Núm. de orificios (orificios/m ²)	4/(2)	1.3
(4) Long. de orificios (m/m ²)	(2)*(3)	4.0
(5) Vol. de perforación (m ³ /m ²)	(2)*0.9	2.7
(6) Velocidad de perforación (m/min)		0.70
(7) Tiempo de perforación (min/orificio)	(2)/(6)	4.29
(8) Tiempo de desplazamiento (min/orificio)		2.00
(9) Tiempo de 1 ciclo (min/orificio)	(7)+(8)	6.29
(10) Tiempo de perforación (min/m ²)	(3)*(9)	8.38
(11) Tiempo de perforación (min/m ³)	(10)*(5)	3.10
(12) Tiempo de excavación (m ³ /hr)	60/(11)	19.33
(13) Requerimiento (unidades)	(1)/(12)	1.00

Cuadro 2.2.2 1 (5/6)
Combinación de perforadores y taladro sobre orugas (3er. caso)

Perforadores manuales (65.65%)

Vol. de perforación por hora (t) = $514.9/8 * 1.1 = 70.8$

Vol. de perforación por hora (m³) = $514.9/(8*2.7)*1.1*65.65\%=17.2$

Rubros		Pequeña	Mediana	Grande
(1) Capacidad (m ³ /hr)		17.2	17.2	17.2
(2) Long. de perforación (m/orificio)		0.6	0.8	1
(3) Núm. de orificios (orificios/m ²)	4/(2)	7	5	4
(4) Long. de orificios (m/m ²)	(2)*(3)	4.2	4	4
(5) Vol. de perforación (m ³ /m ²)	(2)*0.9	0.54	0.72	0.9
(6) Velocidad de perforación (m/min)		0.20	0.20	0.35
(7) Tiempo de perforación (min/orificio)	(2)/(6)	3.00	4.00	2.86
(8) Tiempo de desplazamiento (min/orificio)		2.00	2.00	2.00
(9) Tiempo de 1 ciclo (min/orificio)	(7)+(8)	5.00	6.00	4.86
(10) Tiempo de perforación (min/m ²)	(3)*(9)	35.00	30.00	19.43
(11) Tiempo de perforación (min/m ³)	(10)*(5)	64.81	41.67	21.59
(12) Tiempo de excavación (m ³ /hr)	60/(11)	0.93	1.44	2.78
(13) Requerimiento (unidades)	(1)/(12)	18.58	11.94	6.19

(6/6)

Taladro sobre orugas = hidráulico (34.35%)

Vol. de taladrado por hora (t) = $514.9/8*1.1 = 70.5$

Vol. de taladrado por hora (m^3) = $514.9/8*2.7)*1.1*34.35\%=9.0$

Rubros		Pequeña		
(1) Capacidad (m^3/hr)		9.0		
(2) Long. de perforación (m/orificio)		2.0		
(3) Núm. de orificios (orificios/ m^2)	4/(2)	2.0		
(4) Long. de orificios (m/m^2)	(2)*(3)	4.0		
(5) Vol. de perforación (m^3/m^2)	(2)x0.9	1.8		
(6) Velocidad de perforación (m/min)		0.50		
(7) Tiempo de perforación (min/orificio)	(2)/(6)	4.00		
(8) Tiempo de desplazamiento (min/orificio)		2.00		
(9) Tiempo de 1 ciclo (min/orificio)	(7)+(8)	6.00		
(10) Tiempo de perforación (min/ m^2)	(3)*(9)	12.00		
(11) Tiempo de perforación (min/ m^3)	(10)*(5)	6.67		
(12) Tiempo de excavación (m^3/hr)	60/(11)	9.00		
(13) Requerimiento (unidades)	(1)/(12)	1.00		

g. Triturador Jumbo

Este equipo será utilizado para triturar las piedras extraídas de la pedrera a un tamaño cargable a la tolva.

Actualmente, la planta trituradora El Manguito que provee de agregados a la planta asfáltica de la región occidental no está dotada de este tipo de trituradores, y el trabajo se realiza por fuerza humanas. Este esquema de producción requiere de mayor número de mano de obra, y el retraso de los trabajos constituye la causa de la baja productividad.

El suministro de este equipo contribuirá en gran medida a la reducción del costo laboral, así como a la estabilidad del suministro de asfalto.

Como se ha indicado anteriormente, en este Proyecto se contempla una planta trituradora con capacidad de unas 92 t./h. Si bien el diámetro máximo de las piedras para cargar a las tolvas difiere según los modelos de los equipos, una planta trituradora de esta magnitud es capaz de triturar las piedras de 300-400 mm.

Por otro lado, el tamaño de las piedras variaría dependiendo de las propiedades de las rocas e intervalo de perforación en la pedrera; según las experiencias de El Manguito, el volumen que se requiere para la trituración secundaria es menor del 50% del total. Al considerar que la nueva planta es más grande que la de El Manguito, se calcula que el volumen de trabajo que se requiera efectuar con la trituradora jumbo es de 100 m³.

El triturador tendrá una capacidad de 1,450 kg. y equipado de una retroexcavadora de 140 HP de capacidad.

h. Compresores de Aire

Los compresores serán utilizados junto con los perforadores manuales mencionados anteriormente. No será necesario incluir el compresor para el taladro sobre orugas por ser hidráulico.

Tal como se aprecia en el siguiente cuadro, un perforador manual descarga 2.3 kg. de aire, por lo que el volumen total de descarga de aire al operar todos los equipos sería de 11.5 m³/min. De esta manera, se seleccionarán los compresores de aire con capacidad mayor a 11.5 m³/min.

Equipos	Capacidad	Unidades	Descarga de aire (m ³ /min)	Descarga de aire de 5 unidades (m ³ /min)
Perforador manual	20 kg.	5	2.3	11.5
Taladro sobre orugas (hidráulico)	10 t.	1	-	-
Total				11.5

Asimismo, estos compresores deberán llevar un silenciador para controlar la generación de ruidos.

j. Camionetas

Los perforadores manuales y sus accesorios como mangueras de aire, barrenas, etc. deben ser transportados todos los días desde el sitio de la obra hasta la oficina regional de San Miguel. Las camionetas a ser utilizadas con esta finalidad fueron incluidas en la solicitud.

Sin embargo, en vista de que estos equipos deben estar permanentemente en el sitio de la cantera, se recomienda la construcción de una bodega, y se ha decidido omitir las camionetas.

3) Equipos e Instrumentos de Laboratorio

Actualmente, las pruebas de asfalto se llevan a cabo en los laboratorios de la DGC y en el Centro de Geotécnica, que pertenece al MOP. Este último cuenta con equipamiento básico necesario, con el que también ofrece servicio de pruebas a la DGC y al sector privado.

El laboratorio de la DGC, por su lado, también realiza las pruebas para las plantas asfálticas existentes, pero carece de equipos necesarios para el diseño de dosificación, viéndose obligado a encomendar los servicios al Centro Geotécnico, según sea necesario.

Estos dos organismos se ubican dentro de la ciudad de San Salvador, que dista unos 140 km. desde San Miguel. Suponiendo que para las pruebas que se requieran con menor frecuencia se contarán con el servicio de estos organismos, en el presente Proyecto se incluirán los equipos necesarios para: 1) el diseño de dosificación de asfalto, y; 2) control de calidad rutinario del producto.

4) Equipos y Herramientas para el Taller de Reparación

a. Equipos y Herramientas para Reparación

Existe una oficina regional del MOP en la ciudad de San Miguel, con espacio para las maquinarias de construcción en general, grúas, etc. Por otro lado, existe un taller de reparación de estas maquinarias, debidamente equipado, además de un nuevo taller actualmente en construcción. Por lo tanto, cabe la posibilidad de utilizar el equipamiento disponible de estos talleres para la reparación y el mantenimiento de los equipos de la nueva planta.

Sin embargo, es importante recordar que los equipos deben ser sometidos a mantenimiento rutinario, y en el caso de compartir la dotación actual de los talleres existentes, podría resultar insuficiente para ambos casos.

Asimismo, existen también algunos equipos y herramientas especiales para el mantenimiento y reparación de la nueva planta, los que deberán ser suministrados por el presente Proyecto.

En conclusión, el presente Proyecto deberá incluir los siguientes componentes para el taller:

1. Equipos y herramientas necesarios para el mantenimiento y las reparaciones rutinarias
2. Equipos y herramientas especiales para la nueva planta

En cuanto a los detalles de los equipos, véase la Sección 2.3 "Diseño Básico del Proyecto".

b. Camionetas

La Oficina Regional de San Miguel del MOP ubicada a 2 km. del sitio del Proyecto, cuenta en su recinto con un espacio y un taller de AME. Por lo tanto, el Proyecto no incluirá la construcción de un nuevo taller, sino que los nuevos equipos anteriormente citados serán guardados en el taller existente.

Por otro lado, si bien las camionetas constituyen un elemento indispensable para el transporte de los equipos de revisión y mantenimiento diario de la nueva planta asfáltica, no se considera necesario suministrar dos unidades, dado que el sitio del Proyecto y el garaje de los vehículos de San Miguel distan solamente 2 km., y tampoco las dos camionetas estarían operando el día completo, después de trasladar los equipos y

herramientas de reparación al sitio del Proyecto. Por lo tanto, en este caso, se suministrará una sola unidad de camioneta para el traslado del personal y equipos de reparación.

(3) Estudio de la Construcción de la Planta

1) Plan General de Distribución

El sitio del Proyecto tiene una extensión de unas 11 ha., y su entrada estaría ubicada al noroeste del terreno. La pedrera actual, por su lado, está siendo explotada desde la parte oeste del terreno con una extensión de 1.7 ha.

Si bien la DGC había propuesto inicialmente construir la nueva planta en el terreno bajo donde ya se ha terminado de explotar, se ha visto difícil distribuir todos los equipos propuestos en este lugar, tanto por su extensión como por su topografía.

Por lo tanto, en este plan se ha propuesto ejecutar la obra de construcción en la parte oeste del terreno de unas 3 ha. de extensión.

2) Construcción de la Planta Asfáltica

Para la nueva planta asfáltica se ha definido un contenido de agua de los agregados del orden del 3 al 6%; el rendimiento de producción se reduce considerablemente al incrementarse el contenido de agua entre los agregados, e implica un elevado costo de combustible para el secado.

Los agregados gruesos se caracterizan por dejar escurrir fácilmente el agua, lo que significa menor contenido de agua, mientras que en el caso de los agregados finos el contenido de agua puede incidir con mayor grado a la producción diaria. Por lo tanto, en el plan se contemplará construir el techo

únicamente para el área de almacenamiento de los agregados finos.

Por otro lado, el plan incluirá también las medidas para prevenir la contaminación ambiental, puesto que se tiene la experiencia de que la planta asfáltica existente de la DGC ha provocado grandes molestias a los habitantes locales y a las actividades agrícolas de las áreas circundantes al dotarse únicamente del colector primario de polvos.

3) Construcción de la Planta Trituradora

La nueva planta trituradora tendrá una capacidad suficiente para suministrar los agregados requeridos para la producción de la totalidad del volumen de asfalto propuesto. Dado que los equipos y las instalaciones estarán concentrados en el mismo terreno, se deberán tomar en cuenta durante la formulación del plan todas las medidas necesarias para prevenir los riesgos de la aplicación de explosivos, así como para garantizar la seguridad y el alto rendimiento de la extracción de las piedras.

El plan contemplará también la instalación del aspersor de agua a alta presión a los trituradores y tamiz vibrador a fin de prevenir la dispersión de polvos durante la operación.

La planta estará ubicada al norte del sitio del Proyecto, en un terreno bajo donde se ha terminado de explotar la actual pedrera y más distante de las viviendas circundantes, a fin de minimizar las molestias de la contaminación acústica.

Por otro lado, se ha decidido omitir el suministro de las camionetas solicitadas para la nueva planta trituradora, mientras que se construirá un garaje sencillo para el almacenamiento de los equipos de producción de agregados, al lado de la oficina de supervisión.

4) Oficina de Supervisión y Laboratorios

Para el presente Proyecto, es necesario tomar en plena cuenta el nivel tecnológico y la situación actual del sector de construcciones, así como la disponibilidad de mano de obra del país, formulando un plan racional y económico. Es decir, se diseñarán las instalaciones cuyos equipos y materiales de mantenimiento y reparación sean fácilmente disponibles en plaza, encajando perfectamente al esquema local de operación y mantenimiento.

La oficina de supervisión y los laboratorios estarán ubicados en un mismo edificio.

5) Instalaciones Eléctricas

La fuente de energía para las nuevas plantas se dispondrán de la actual red de transmisión de 4,160 V. hasta el sitio del Proyecto, por lo que la energía necesaria para la operación de las plantas será tomada de las líneas existentes ubicadas en la parte lateral del terreno.

Como contramedida a las interrupciones energéticas, se instalará una planta generadora, que tendrá una capacidad solo suficiente para evacuar los productos desde el interior de las hormigoneras.

6) Instalaciones de Suministro de Agua

El sistema de suministro de agua que se incluye en el presente Proyecto servirá para regar el agua a modo de controlar la dispersión de las partículas que se generan durante el proceso de producción de los agregados, así como para abastecer de agua a la oficina de supervisión, laboratorio y otras instalaciones del recinto.

Se ha estudiado la existencia de un sistema de suministro de agua cercano, así como la posibilidad de tomar sus recursos para las nuevas plantas. El sitio del Proyecto se ubica en las afueras de la ciudad de San Miguel, y la red municipal de acueducto cubre desde el centro de la ciudad hasta 1.2 km. del sitio del Proyecto. Sin embargo, su capacidad es muy limitada frente al incremento de la población de la ciudad de San Miguel después del conflicto nacional, por lo que se ha visto imposible tomar sus recursos para el presente Proyecto.

Según el estudio hidrogeológico efectuado en esta oportunidad en el sitio del Proyecto, se ha identificado una alta posibilidad de contar con aguas subterráneas. Por lo tanto, el plan incluirá la perforación de un pozo dentro del recinto.

2.2.3 Lineamientos Básicos de la Ejecución del Proyecto de Cooperación

En resumen, el presente Proyecto consistirá en construir una planta asfáltica dentro del terreno de la actual pedrera Las Lomitas, ubicada en las afueras de la ciudad de San Miguel, que tendrá como área de influencia a los cinco departamentos de la región oriental. El Proyecto será implementado dentro del marco del Plan de Restauración Nacional, y con éste se propone pavimentar los caminos: 1) especiales, 2) de 1ra. clase, 3) de 2da. clase, 4) de 3ra. clase mejorada, 5) de 3ra. clase y 6) municipales de las principales ciudades de la región oriental, para elevar la tasa de pavimentación actual de 15% a 34.5% en el futuro.

Por lo tanto, es muy pertinente y justificable elaborar un plan realista de instalaciones y equipos, y aplicar el Sistema de Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón. De esta manera, se estudiará el marco general del plan y se efectuará el diseño básico, con la predisposición de implementarlo como un proyecto de Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón. No obstante, el contenido del Proyecto será modificado

parcialmente, frente a la solicitud inicial, cuya pertinencia ha sido explicada en el acápite correspondiente al estudio de las instalaciones y equipos solicitados.

En el Cuadro 2.2.3 se enumeran los equipos y las instalaciones cuya necesidad de suministro ha sido reconocida al estudiar el contenido de la solicitud, mientras que en la Figura 2.2.3 se ilustra el diagrama de flujo de la producción del hormigón asfáltico contemplado en este Proyecto.

Cuadro 2.2.3 Equipos e Instalaciones del Diseño Básico (1/2)

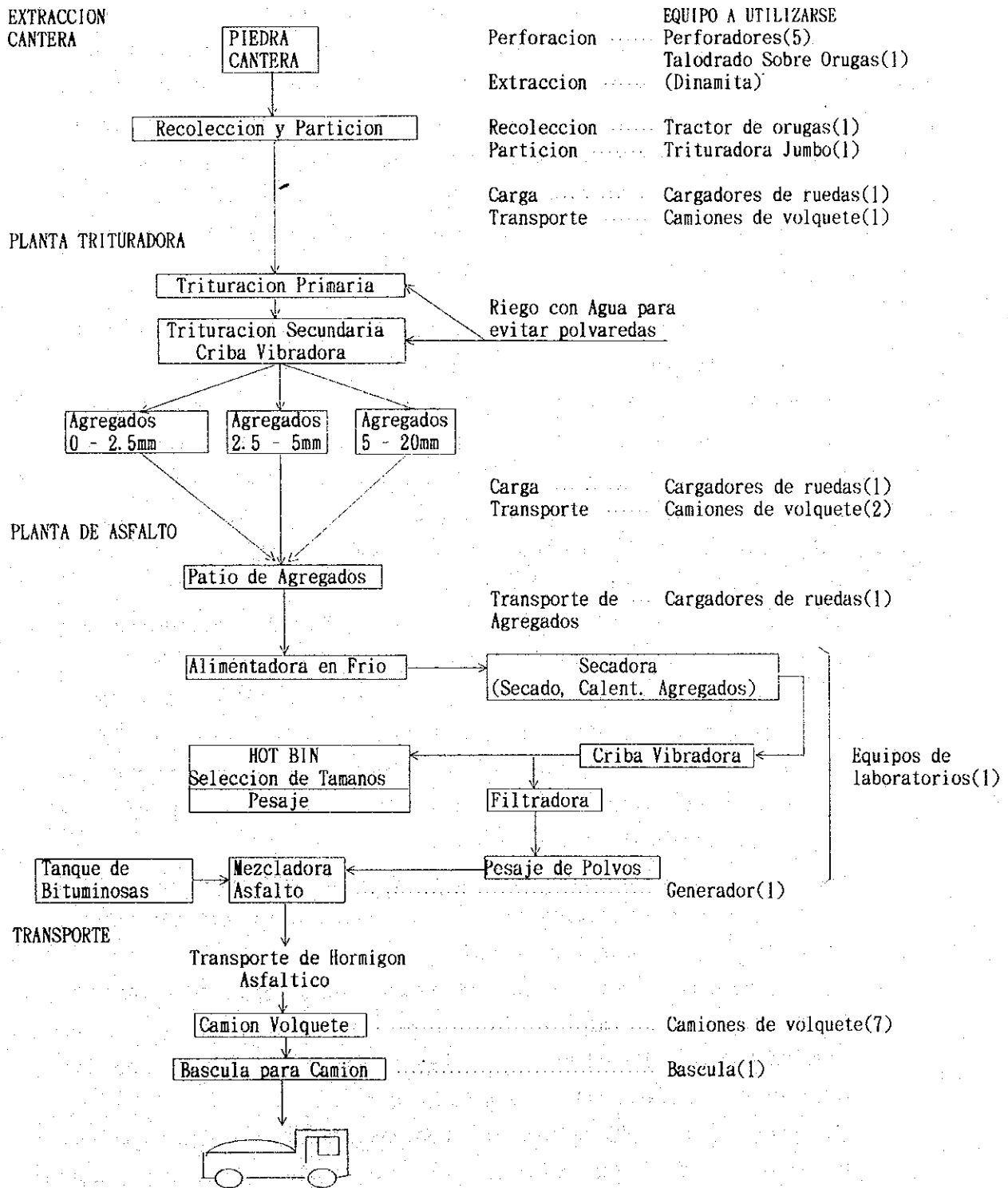
Rubros	Solicitud	Diseño Básico
Equipos		
A. Planta asfáltica tipo calentador		
1. Planta asfáltica	1 unidad (80-100 t/h)	1 unidad (90 t/h ó más)
2. Báscula	1 unidad (30 t.)	1 unidad (30 t.)
* 3. Camiones de volquete	10 unidades (10 t.)	7 unidades (10 t.)
4. Cargadores de ruedas	1 unidad (120 HP)	1 unidad (2.5 m3)
5. Generador	1 unidad (300 KVA)	1 unidad (100 KVA)
* 6. Camioneta	1 unidad	0
B. Planta trituradora		
1. Planta trituradora	1 juego	1 juego (92 t/h. ó más)
2. Camiones de volquete	3 unidades (10 t.)	3 unidades (10 t.)
* 3. Cargador de rueda	1 unidad (170-120 HP)	2 unidades (2.5 m3)
4. Tractor de bandas	1 unidad (200 HP)	1 unidad (capac.21 t.)
5. Compresor	1 unidad	1 unidad (vol. de descarga de 11.5 m3/min.)
* 6. Perforadores	10 unidades	5 unidades (20 kg.)
7. Triturador jumbo	1 unidad	1 unidad (1,450 kg.)
8. Taladrado sobre orugas	1 unidad	1 unidad (hidráulica de 8 t.)
* 9. Camioneta	1 unidad	0
C. Equipos de laboratorios		
1. Equipos de laboratorios	1 juego	1 juego (dosificación, equipos de manten. diario)
D. Equipos de reparación		
1. Equipos de reparación	1 juego	1 juego (equipos de revisión y manten. diario)
* 2. Camionetas	2 unidades	1 unidad (transporte de equipos)

Nota) * son los equipos que fueron modificados frente a la solicitud original

Cuadro 2.2.3 Equipos e Instalaciones del Diseño Básico (2/2)

Rubros	Solicitud	Diseño Básico
Instalaciones		
A. Construcción de la planta asfáltica		
1. Instalación de la planta asfáltica (incluyendo obras de base)	1 juego	1 juego • base e instalación • Area de almacenamiento
2. Construcción de báscula (para 30 t.)	1 juego	1 juego • Base e instalación • Caseta de medición
B. Construcción de la planta trituradora		
1. Instalación de la planta trituradora (incluyendo obras de base)	1 juego	1 juego • Base e instalación • Fosa de riego
2. Construcción de garaje sencillo	No se incluía	1 edificio de 20m ²
C. Oficina de supervisión y laboratorios		
	1 edificio	1 edificio • superf. de caseta: 250 m ²
E. Instalaciones eléctricas		
	1 juego	1 juego • Instalación de recepción y transmisión eléctrica • Caseta de generadores
F. Instalaciones de suministro de agua		
	1 juego	1 juego • Pozo, tanque elevado, etc.

FIGURA 2.2.3 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA



2.3 Diseño Básico de del Proyecto

2.3.1 Criterios de Diseño

El sitio del Proyecto se ubica en la pedrera Las Lomitas al oeste de la ciudad de San Miguel, y presenta una topografía relativamente llana con una pendiente del 2% en dirección oeste-este. La geología está constituida por las piroclástitas ácidas y epiclástitas volcánicas provenientes del Volcán San Miguel que recubren las rocas efusivas. El suelo ubicado sobre las rocas efusivas es relativamente consolidado y resistente, mientras que el suelo sobre las rocas piroclásticas no lo son.

Los caminos a pavimentarse se distribuyen en la totalidad de los cinco departamentos y las condiciones de acceso difieren considerablemente de lugar a lugar. Por lo tanto, los equipos y las instalaciones serán diseñados, tomando en cuenta las condiciones naturales y las infraestructuras viales de cada zona, en forma coherente con los requisitos establecidos en el Programa de Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón, y basándose en los siguientes criterios:

- 1 Se diseñarán los sistemas de fácil operación y coherentes con la capacidad y el nivel técnico local.
- 2 Se determinará la dimensión óptima de los sistemas, económicos y eficientes, considerando la magnitud y la naturaleza de la operación, en base al volumen requerido de asfalto para el cumplimiento del plan de rehabilitación de los caminos.
- 3 Se seleccionarán los equipos y los modelos de fácil mantenimiento y reparación en el país, tomando en cuenta la situación actual nacional.
- 4 Se atribuirá suma importancia al control de la contaminación ambiental, en consideración a las comunidades locales y las tierras de cultivo circundantes del sitio del Proyecto.
- 5 Se evitará la sobrecarga en los vehículos de transporte, a manera de garantizar la seguridad de la zona