

01121  
27 0



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Evaluación de un proyecto de modernización de la Planta de  
Asfalto del Distrito Federal.**

**T E S I S**  
Que para obtener el título de:  
**I n g e n i e r o C i v i l**  
**P R E S E N T A**  
**P a b l o C r u z A r m e n t a**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**Ing. Luis Antonio Siáñez Gutiérrez**



México, D.F.

Noviembre 2003.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# **TESIS CON FALLA DE ORIGEN**



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIRECCIÓN  
FING/DCTG/SEAC/UTIT/046/02

Señor  
PABLO CRUZ ARMENTA  
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. LUIS ANTONIO SIÁÑEZ GUTIERREZ, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

**"EVALUACIÓN DE UN PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA PLANTA DE ASFALTO DEL DISTRITO FEDERAL"**

- I. GENERALIDADES
- II. ESTUDIO SOCIO ECONÓMICO
- III. ESTUDIO DE RECURSOS DISPONIBLES
- IV. ESTUDIO TECNOLÓGICO
- V. ESTUDIO DE ORGANIZACIÓN DE PROYECTO
- VI. ESTIMACIÓN DE COSTOS, GASTOS, INVERSIONES E INGRESOS
- VII. EVALUACIÓN FINANCIERA
- VIII. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y AMBIENTAL
- IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cd. Universitaria 24 marzo 2002  
EL DIRECTOR

M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO  
GFB/GMP/mstg.

## Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México donde encontré primer cobijo del alma con su gente, sus espacios, sus aulas, sus actividades, sus letras y su pluralidad, que me hicieron levantar al vista hacia el gran horizonte del conocimiento Humano.

A la Facultad de Ingeniería, pilar de mi formación profesional. A todos los profesores que diariamente vierten sus conocimientos y experiencias, para lograr la mejor academia de Ingeniería de este país. Y particularmente de quienes recibí cátedra, a todos ellos muchas gracias.

Especialmente al Ing. Luis Antonio Siañez Gutiérrez, por todo el conocimiento recibido y sobre todo, por su gran apoyo, paciencia y entusiasmo.

A Ing. Jorge Arganis Díaz Leal por el apoyo recibido en la realización de este trabajo.

A Josefina y Susana Cruz, quienes creyeron en mi y me brindaron su incondicional apoyo.

A Dr. Héctor Chavarría Caro, galeno y amigo, por guiarme al descubrimiento de mi mismo y su confianza en el logro de este objetivo. Seguiremos adelante.

A Salvador Cruz Estrada, mi abuelo, quien en su particular modo, me encamino y apoyó al abrazo de esta profesión.

A Cristina Armenta, mi madre quien tuvo la energía, el aplomo, la constancia, el coraje y la paciencia lograr la realización de este, que alguna vez fue alguno de sus sueños, a ella, desde los más profundo de mi corazón dedico este trabajo.

A mi Padre Jesús Cruz quien en su forma de percibir el mundo me guió y sostuvo cabalmente el pilar económico para la realización de este logro.

A Nicolás Vicente Flores, amigo perpetuo, compañero, con quien compartí espacios, sentimientos, alegrías, tristezas, enojos, viajes, amigos, pero sobre todo una profunda amistad.

A Susana, mi compañera, un profundo agradecimiento por todo el apoyo, la paciencia, la energía y la fe que recibí de ella en este periodo tan dinámico y lleno de cambios.

1

*Las ideas que resultan del pensamiento activo son siempre nuevas y originales; ellas no lo son necesariamente en el sentido de no haber sido pensadas por nadie hasta ese momento, sino en tanto la persona que las piensa ha empleado el pensamiento como un instrumento para descubrir algo nuevo en el mundo circundante o en su fuero interno...*

*Erich Fromm.*

**Tabla de Contenido**

- 1. Generalidades. .... 1
  - 1.1 Antecedentes ..... 1
  - 1.2 Entorno Físico y Localización..... 9
  - 1.3 Objetivo de la Planta de Asfalto..... 9
  - 1.4 Estadísticas históricas de producción, pavimentación y repavimentación. .... 10
- 2. Estudio Socioeconómico ..... 12
  - 2.1 Requerimientos de mezcla asfáltica (Demanda)..... 12
  - 2.2 Demanda histórica ..... 13
  - 2.3 Demanda futura. .... 13
- 3. Estudio de recursos disponibles..... 23
  - 3.1 Oferta Histórica. .... 23
  - 3.2 Capacidad de Producción actual. (Oferta actual)..... 26
  - 3.3 Análisis de la Oferta futura ..... 31
  - 3.4 Balance Oferta – Demanda ..... 34
  - 3.5. Conclusiones de estudio de recursos disponibles ..... 36
- 4. Estudio Técnico – Tecnológico. .... 38
  - 4.1 Explotación..... 38
  - 4.2 Movimiento de tierras..... 46
  - 4.3 Trituración..... 51
  - 4.4 Transporte..... 52
  - 4.5 Producción de mezcla en caliente..... 55
  - 4.6 Control de Calidad..... 61
  - 4.7 Distribución y pesado. .... 63
- 5. Estudio de Organización de Proyecto. .... 65
  - 5.1 Marco Jurídico; Proyecto de descentralización..... 65
  - 5.2 La organización del Proyecto..... 66
  - 5.3 La administración del proyecto..... 68
  - 5.4 Conclusiones de la Organización del proyecto. .... 72
- 6. Estimación de costos, gastos, inversiones e ingresos..... 75
  - 6.1 Estados Financieros..... 75
  - 6.2 Estado Pro forma de usos, fuentes de fondos y flujo de caja (EPUFFFC)..... 76
  - 6.3 Estado pro forma de resultados..... 84
- 7. Evaluación Financiera. .... 98
  - 7.1.1 Evaluación Financiera..... 101
  - 7.1.2 Análisis de Sensibilidad. .... 101
- 8. Evaluación Económica y Ambiental..... 103
  - 8.1.Evaluación socioeconómica..... 103
  - 8.2 Evaluación Ambiental ..... 104
  - 8.3 Conclusiones de la evaluación del impacto ambiental. .... 107
- 9. Conclusiones y Recomendaciones ..... 108
- Bibliografía ..... 111
- Documentos hemerográficos..... 112
- Sitios en la Internet. .... 112

## 1. Generalidades.

### 1.1 Antecedentes

#### 1.1.1 Pavimentos

Se define como pavimento al conjunto de capas de materiales seleccionados que reciben en forma directa las cargas de tránsito y las transmiten a las capas inferiores, distribuyéndolas con uniformidad. Este conjunto de capas proporciona también la superficie de rodamiento, en donde se debe tener una operación rápida y segura.

De acuerdo con las teorías de esfuerzos y las medidas de campo que se realizan, los materiales con que se construyen los pavimentos deben tener la calidad suficiente para resistir. Por lo mismo, las capas localizadas a mayor profundidad pueden ser de menor calidad, en relación con el nivel de esfuerzos que recibirán, aunque el pavimento también transmite los esfuerzos a las capas inferiores y los distribuye de manera conveniente, con el fin de que estas los resistan.

Los materiales que forman las terracerías deben cumplir normas, por lo general no muy rigurosas. Esto permite que los terraplenes se construyan con economía, al utilizar los materiales extraídos de los cortes adyacentes. La calidad y los espesores de las capas del pavimento deben estar íntimamente relacionados con los materiales de las capas inferiores; es decir, tanto los esfuerzos debidos al tránsito como la calidad de las terracerías influyen en la estructura del pavimento.

Como se ha indicado, el pavimento proporciona la superficie de rodamiento para que los vehículos transiten con *rapidez y comodidad*.

#### **Pavimentos flexibles**

Existen dos tipos de pavimentos: los flexibles (Fig.01) y los rígidos (Fig.02). En los primeros una carpeta asfáltica proporciona la superficie de rodamiento; las cargas de los vehículos hacia las capas inferiores se distribuyen por medio de las características de fricción y cohesión de las partículas de los materiales; y la carpeta asfáltica se pliega a pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que su estructura se rompa. Las capas que forman un pavimento flexible son: carpeta asfáltica, base y sub base, las cuales se construyen sobre la capa subrasante.

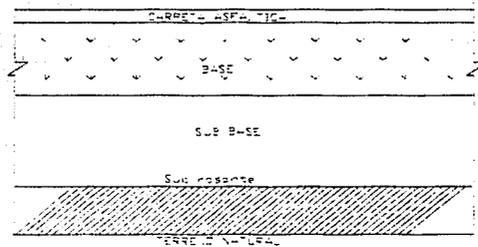
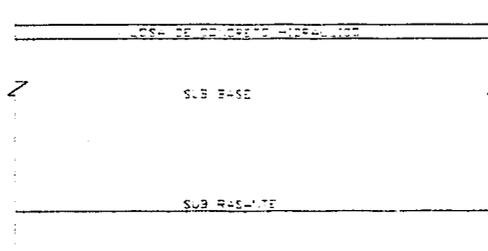


Figura 1 Pavimentos flexibles

**Pavimentos rígidos.**

La superficie de rodamiento de un pavimento rígido es proporcionada por losas de concreto hidráulico, las cuales distribuyen las cargas de los vehículos hacia las capas inferiores por medio de toda la superficie de losa y de las adyacentes, que trabajan en conjunto con la que recibe directamente las cargas. Este tipo de pavimento no puede plegarse a las deformaciones de las capas inferiores sin que se presente la falla estructural. Aunque en teoría las losas de concreto hidráulico pueden colocarse en forma directa sobre la subrasante, es necesario construir una capa de sub base para evitar que los finos sean bombeados hacia la superficie de rodamiento al pasar los vehículos, lo cual puede provocar fallas de esquina o de orilla en la losa. La sección transversal de un pavimento rígido está constituida por la losa de concreto hidráulico y la sub base, que se construye sobre la capa subrasante.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Figura 2 Pavimentos rígidos

1.1.2 Breve historia de los pavimentos en la Ciudad de México

Las vías de comunicación han constituido un factor importante en el desarrollo de la sociedad. Muchas de las guerras que se han dado han, tenido como objetivo lograr o defender el acceso a un lugar estratégico. La necesidad de comunicación no sólo se ha limitado a establecer nuevas rutas, sino que ha incluido el perfeccionamiento de los medios de transportes y la calidad de las vías de comunicación.

En este orden de ideas, los caminos han vivido diferentes transformaciones, tanto en los trayectos que abarcan, como en sus recubrimientos, los cuales son conocidos como pavimentos. En el Valle de México, desde la era prehispánica, se obtienen los primeros vestigios del desarrollo urbano en los poblados ubicados en las riberas del lago existente en esa época, así como en Tenochtitlan se contaba con calzadas bien trazadas y recubiertas con piedra de río (matatena) y estuco (mezcla de barro mejorada con cal); material que también se utilizaba en las plazuelas o andadores, así como en el recubrimiento aplanado de sus construcciones. En algunas de las plazas importantes utilizaron baldosas rectangulares (piedra laja natural) como recubrimiento, muestra evidente de la capacidad técnica que tenían los ingenieros constructores aztecas al lograr comodidad y limpieza de sus ciudades.

En el desarrollo de la Ciudad de México y de acuerdo al crecimiento urbano, se han realizado investigaciones y pruebas con diferentes materiales para obtener pavimentos de mejor calidad, duración y economía en la fabricación, aplicación y mantenimiento.

Es así como la gran metrópoli ha servido de laboratorio y está conformada por un mosaico de diferentes pavimentos, de los cuales han sido seleccionados aquellos que se ajustan a las características del suelo y a las exigencias de la comunidad capitalina. Por ejemplo, durante la Colonia y aún después de la Independencia, se construyeron pavimentos de empedrado, cuyo objetivo era mantener en mejores condiciones de uso y duración a las calles y caminos para evitar el lodo y la deformación del piso en tiempos de lluvias, pero el mantenimiento de estas vialidades era demorado y laborioso.

Así mismo, en algunas plazas y calles se emplearon baldosas de recinto basáltico que brindaban un acabado más uniforme, pero estas vialidades se pulían con el uso, convirtiéndose en un piso resbaloso y bastante peligroso, más aun en temporada de lluvia. Adicionalmente el costo de mantenimiento era elevado debido a la constante reposición de los bloques de baldosa.

Cabe mencionar, que para limitar la sección de banqueta, con la vialidad se empleó basalto labrado en piezas de 0.50x0.30x0.10m como guarnición, dejando 0.15m libre del piso terminado del arroyo. Este tipo de guarnición en las banquetas, aún se encuentra en algunas calles de las áreas habitacionales que conservan como patrimonio nacional el trazo y la arquitectura de estas épocas.

Otro tipo de recubrimiento que fue utilizado en algunas calles de la Ciudad, fue el de cantera rosa (riolita) en baldosa rectangular de 0.40x0.30m y cuyo espesor variaba entre 0.6 y 0.1m. La superficie de rodamiento obtenida con este material fue muy uniforme, pero su resistencia a las cargas de circulación era poco adecuado, optando por utilizarla exclusivamente en plazas y zonas peatonales. En algunas partes de la provincia todavía se emplea este material, ya que la cercanía a las canteras disminuye el costo, caso contrario para la Ciudad de México.

Hacia 1890, la dependencia federal encargada del acondicionamiento de los caminos era la Secretaría de Fomento. En 1891 fue creada la Secretaría de Comunicaciones y Obras públicas, para atender directamente la conservación y construcción de lo que se llamó calzadas o carreteras suburbanas teniendo como ejemplo la calzada de México a Tlalpan.

Hacia 1900, el Zócalo de la Ciudad de México y algunas calles del centro, fueron pavimentadas con bloques comprimidos de asfalto importado de Europa. En el viejo continente este pavimento es común, pues la producción y la aplicación son económicas; todo lo contrario para nuestra Nación, pues al adquirirlo como producto

de importación y aplicarlo bajo las especificaciones de los fabricantes eleva considerablemente los costos, mientras que producirlo en nuestro país implicaba el pago de patente, adquisición de tecnología y capacitación de los ingenieros y técnicos, tanto en la elaboración como en el tendido.

Por aquel año se contaba con 159,710m<sup>2</sup> de superficie pavimentada, los trabajos para estas obras fueron asignados por contrato a la empresa *BARBER*. En ese mismo año también se efectuaron pavimentos ejecutados por contrato asignado a la compañía *NEUFCHATEL* que aplicó pavimento de tipo *MAC - ADAM* el cual consiste en la colocación de tendidos sucesivos de piedra de aproximadamente 30cm de espesor de apisonada con rodillos o aplanadoras, a continuación se aplicaba un riego de chapopote (asfalto muy espeso) calentado en tambos de 200lts haciendo riegos con cubetas; inmediatamente se tendía otra capa de 5cm, repitiendo la misma operación en las capas de piedra de 2.5, 2 y 1cm de espesor, para finalizar con una capa de arena. Este tipo de pavimento tenía una vida útil de 15 a 25 años, su mantenimiento era relativamente poco (solo bacheo) ya que se reducía a cubrir con riegos de asfalto y arena en las áreas que presentaban deterioro.

Por su parte para 1912 la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas<sup>1</sup> se ocupaba de acondicionar formalmente, caminos y carreteras, como *camino para Automóviles*, contando con el apoyo técnico y financiero, de contratistas extranjeros.

En la década de los 20 y con la visión de reducir los costos de construcción y mantenimiento de pavimentos se efectuaron estudios de diferentes fórmulas para seleccionar la más apropiada y fijar las normas y mecanismos para cubrir las necesidades de desarrollo urbano. Uno de los sistemas aplicados con mayor frecuencia, fue el denominado *camino revestido*. Este procedimiento consistía en nivelar las terracerías, aplicar un riego de liga (-con asfalto caliente-) y una capa de material pétreo triturado de ¾" compactándolo con una aplanadora; posteriormente se cubría con una capa de arena y se aplanaba nuevamente la superficie.

Este sistema de revestimiento dio muy buenos resultados en tiempo de sequía, sin embargo en el de lluvia sufría deterioros por la falta de drenes para desalojar el agua.

Ante tales resultados, se procedió a elaborar las mezclas asfálticas en el lugar, este método consistía en nivelar las terracerías, compactar, depositar el material triturado de 2" a finos, en montones esparcidos para dar facilidad de formar un camellón con una motoconformadora; posteriormente se aplicaba un riego de asfalto con una petrolizadora y se revolvía el material de un lado a otro en la sección de *arroyo* con la motoconformadora. La operación se efectuaba varias veces para alcanzar una mezcla uniforme, tendiéndola con el espesor adecuado al diseño de la carpeta proyectada y compactándose con la aplanadora. Este tipo de carpeta asfáltica incrementaba la vida útil del pavimento, pero presentaba problemas, como el regular la cantidad precisa de asfalto, obtener una mezclado más homogéneo y lograr una compactación mayor para ampliar la vida útil del pavimento.

Los avances de la tecnología en esta materia, derivaron en la creación de pequeñas plantas de mezclas asfálticas que producían un producto más uniforme, tanto en los agregados pétreos como en la dosificación del asfalto adicionado a la mezcla. Sin embargo, pasó algún tiempo para perfeccionar los diseños de las plantas productoras de mezclas asfálticas, las cuales tienen en la actualidad, controles de calidad tanto en la dosificación de triturados (analizados por sus granulometrías), así

<sup>1</sup> Actual Secretaría de Comunicaciones y Transportes

como el porcentaje de asfalto que debe contener la mezcla. Estas acciones son efectuadas por un laboratorio de control de calidad, responsable de que el producto y las materias primas cumplan con todas las especificaciones establecidas.

El estudio de los pavimentos en México data de los años 30 y fue en 1934 cuando se fundó el primer laboratorio, cuya finalidad fue estudiar y controlar los materiales que se utilizaban en esa época.

En la medida en que se fueron implementando nuevos tipos de pavimentos, las entidades encargadas del mantenimiento de los caminos y carreteras se reestructuraron, es así como en 1959 la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas y lo relativo a operación y tránsito, pasó a ser responsabilidad de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Posteriormente en 1982, se da una nueva reorganización administrativa donde la Secretaría de Obras Públicas se ocupó de asuntos referentes al desarrollo urbano y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes se encargó de la construcción y mantenimiento de carreteras a nivel nacional.

Actualmente se realizan investigaciones para mejorar la calidad de las mezclas asfálticas, incorporando productos apropiados al diseño de las mezclas asfálticas en producción. Con el objeto de lograr cada día mayor vida útil en los pavimentos manteniendo sus características de estabilidad, permeabilidad, adherencia en la rasante y resistencia al desgaste, así como prevenir la fatiga o el envejecimiento prematuro de las carpetas asfálticas; además el mantenimiento preventivo de los pavimentos será más económico.

### 1.1.3 Historia de la Planta de Asfalto del Gobierno del Distrito Federal- PADF.

En el año de 1955, el Jefe del entonces Departamento del Distrito Federal, Lic. Ernesto P. Uruchurtu, ordenó a la Dirección General de Obras Públicas del Departamento del Distrito Federal, que se hicieran estudios de mercado e investigación para resolver el problema suministro y adquisición de mezcla asfáltica para las obras de pavimentación de las calles y avenidas existentes, con el fin de proyectar la urbanización de la Ciudad de México. Es así como se instaló una planta experimental de mezcla asfáltica en caliente, donde se realizaron pruebas con diferentes tipos de asfalto y agregados pétreos; una vez determinadas las materias primas óptimas se procedió a crear a la *Planta Productora de Mezclas Asfálticas de Mixcoac*, mediante el acuerdo 1054 expedido el 28 de junio de 1956, que operaba sobre bases comerciales pero sin personalidad jurídica propia y cuyo control administrativo dependía de la Oficialía Mayor del Departamento del Distrito Federal- DDF.

Cabe señalar que las obras que se realizaban, eran ejecutadas por empresas privadas contratadas por el DDF, y la Planta sólo se encargaba de producir y distribuir la mezcla en los correspondientes sitios de obra.

La creación de esta unidad industrial tenía como objetivo: proporcionar la mezcla asfáltica necesaria para conservar y ampliar el área de pavimentos de sistema vial de la Ciudad de México y zonas conurbadas, así como regular el costo de las obras públicas, obteniendo precios de producción inferiores a los del mercado fijado por particulares.

Para tal efecto, se ubicó en un terreno sobre la avenida Río Becerra (actualmente Av. San Antonio) en la Delegación Álvaro Obregón y se instaló una

primer planta productora. Durante sus primeros años, la planta adquiriría el agregado pétreo de diferentes empresas particulares que trituraban el basalto del Pedregal de San Ángel y lo entregaban directamente en los almacenamientos de la Planta, mientras que el asfalto (cemento asfáltico) era producido por Petróleos Mexicanos y se traía de la refinería de Tampico, Tamaulipas en carros tanque de ferrocarril, los cuales descargaban directamente en las fosas y tanques que se tenían instalados en la sede de Mixcoac.

#### Expansión de la Planta de Asfalto.

Debido a que los requerimientos de mezcla asfáltica de la Ciudad de México iban en aumento, en 1961 se realizó un convenio de explotación del banco de basalto que existía en un predio ubicado en la Calzada de Tlalpan a la altura de la glorieta de Huipulco (hoy estadio Azteca), allí se instalaron un conjunto de trituración y una planta mezcladora.

El año siguiente, el Sr. Emilio Azcárraga Milmo adquirió el terreno de Huipulco en el que la Planta de Asfalto realizaba la explotación de basalto, a cambio donó al DDF un terreno del predio denominado Rancho de Montserrat, Delegación Coyoacán que se encontraba en la Avenida Liga - Insurgentes Tlalpan (Actualmente Av. Del Imán No 263, Col Ajusco). De tal manera que a partir de 1962, se trasladaron los conjuntos de trituración a este predio y se inició la explotación de la roca basáltica para proveer de material pétreo a las plantas productoras de mezcla asfáltica ubicadas en Av. San Antonio 423.

Para 1967, se crea la Oficina de Investigaciones y Estudios, compuesta por un jefe, un investigador laboratorista y un asesor técnico en asfaltos. Esta oficina se crea con el objeto de investigar nuevas tecnologías y productos, además de controlar la calidad de las materias primas y el producto terminado. Durante este año se desarrolló el asfalto P.A.5-H, mezcla asfáltica con hule sintético; al año siguiente la producción fue sumamente intensa, que se alcanzaron picos de producción de 7,500 toneladas al día, las cuales fueron destinadas a la pavimentación de los accesos a los lugares donde se celebraran eventos de la Olimpiada de 1968.

El 26 de abril de 1970, como consecuencia de una producción de mezcla asfáltica insuficiente en comparación con el crecimiento de la mancha urbana, se procedió a firmar un convenio entre el DDF y la UNAM para la explotación, por 20 años, de un lote denominado: Cantera "0" propiedad de esta Institución.

El 15 de enero de 1973, el Jefe del Departamento del Distrito Federal, Octavio Senties Gómez, emitió el acuerdo número 45, en el que la planta de asfalto se adhirió a la Secretaría de Obras y Servicios del DDF, otorgándole el carácter de Unidad Industrial. Asimismo, se le dio la denominación de *Planta de Asfalto del Departamento del Distrito Federal* y el manejo administrativo y técnico pasó a ser responsabilidad de un Gerente General.

1974 fue el año crucial para esta Unidad Industrial ya que se sentaron las bases de lo que hoy es la planta de Asfalto. El 30 de julio, se inauguró en las instalaciones de Coyoacán una nueva planta mezcladora de asfalto; adicionalmente, se lanzó al mercado el asfalto PA5H, mezcla ahulada que se venía investigando desde 1967, siendo probada con resultados satisfactorios en la Calzada de Tlalpan y la Calzada de la Viga. Este lanzamiento ratificó a esta unidad como una entidad líder en el desarrollo tecnológico de los pavimentos a escala nacional.

Asimismo, se comenzó a utilizar las concesiones a fleteros debido a que las unidades de transporte utilizadas para la distribución de mezcla asfáltica de la Planta eran insuficientes.

El 8 de Enero de 1975, se suscribe un nuevo acuerdo complementando las funciones del Gerente General, es así como se le otorga la capacidad de realizar inversiones, gastos y adquisiciones, presentando anualmente un programa presupuestal el cual debía ser aprobado por la Asamblea General del Distrito Federal y el Secretario de Obras y Servicios.

Un año después se inició la construcción de las oficinas generales en Avenida Imán y en 1977 las instalaciones y administración se trasladan totalmente a esta ubicación.

En 1981 y 1982 se instalaron dos modernas plantas mezcladoras de concreto asfáltico, es así como la Planta totaliza los equipos que posee en la actualidad: cuatro conjuntos de trituración y tres plantas productoras de mezclas asfálticas.

Durante los temblores de 1985 esta Unidad Industrial prestó apoyo con equipo, maquinaria pesada y vehículos en la remoción de escombros, atendiendo áreas como Mitla, Luz Aviñón y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Asimismo, la producción de mezcla realizada durante este periodo se destinó a la rehabilitación de las vialidades afectadas.

Como producto de la búsqueda de un terreno que sustituyera a mediano plazo a la Cantera de Ciudad Universitaria, en 1986 se adquirió un terreno de 100 Ha en las faldas del Volcán "Xitle" ubicado a 2 Km al oriente de la carretera Picacho - Ajusco. Pero este predio no fue explotado ya que los comuneros del pueblo de Topilejo promovieron la designación de reserva ecológica.

El 26 de mayo de 1988 se publicó un decreto presidencial en el cual se hace una adición al artículo 2º y se crea el artículo 50 bis, ambos del Reglamento Interior del Departamento del Distrito Federal y, a partir de esa fecha, "**La Planta de Asfalto**" se convierte en un órgano desconcentrado, es decir: la Planta de Asfalto, no cuenta con personalidad jurídica, ni infraestructura propia, y administrativamente depende de la Secretaría de Obras y Servicios del Gobierno del Distrito Federal.-GDF.

### Planta de Triturados Basálticos de Parres

Para 1990, **La Cantera "0"** de Ciudad Universitaria se estaba agotando, y el acceso al terreno de Xitle había sido negado, por lo que se procedió a ubicar predios que tuvieran alto contenido de roca basáltica, una superficie mínima de 100 Ha.

Después de analizar diversas propuestas, en 1991 se adquirió el predio que se localiza a un costado del poblado de Parres en la Delegación Tlalpan (km 38 de la carretera federal México - Cuernavaca). En este mismo año se firmó un convenio de concesión de explotación con los comuneros de Topilejo y en el año de 1992 se firmó otro acuerdo con los vecinos de Parres.

A partir de esta fecha, se iniciaron los trabajos preliminares para la explotación, tales como caminos de acceso, despalme, plataformas y acondicionamiento de las áreas para instalación de las trituradoras, subestaciones de energía eléctrica, oficinas, servicio médico, almacén, talleres, baños, comedor y todo lo relacionado con los servicios requeridos para el buen funcionamiento de la planta trituradora de basalto.

En 1994, concluyeron las obras de infraestructura e instalación de equipos de la nueva Planta Productora de Triturados Basálticos y la cantera comenzó a suministrar triturado basáltico a la Planta de Asfalto de Coyoacán.

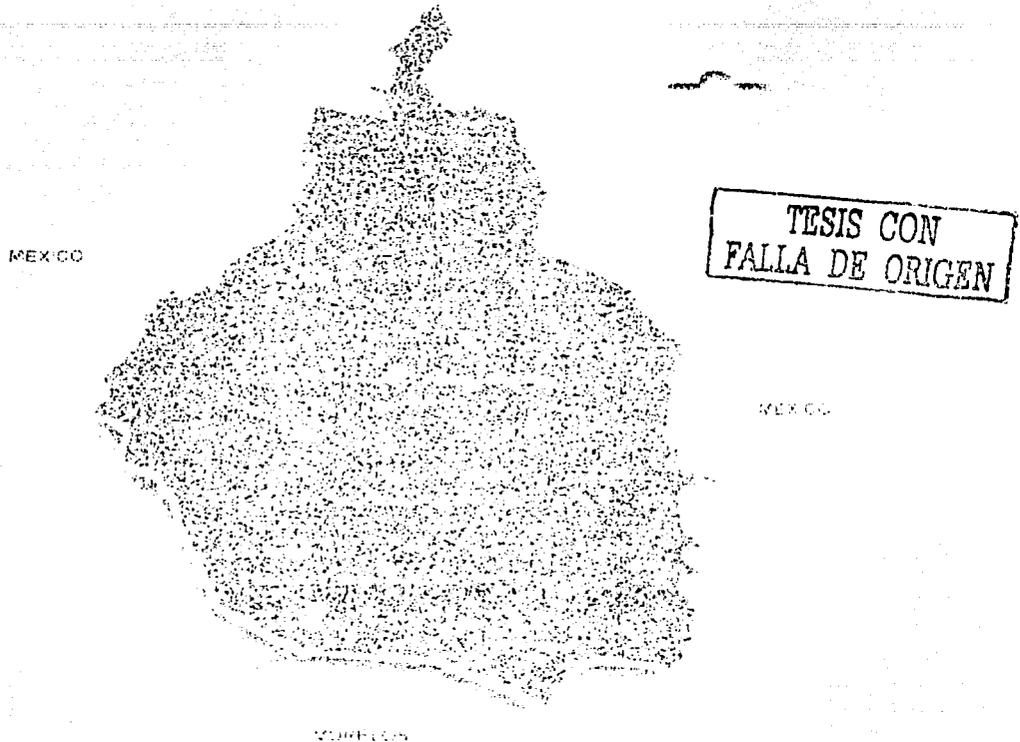


Figura 3 Localización geográfica de las instalaciones de la PAFD

#### Proyección de la Planta de Asfalto

En sus 44 años de existencia la Planta de Asfalto ha logrado suministrar la mezcla asfáltica necesaria en el constante crecimiento de la Ciudad de México, controlando la calidad del material y desarrollando trabajos de investigación que permitan obtener mezclas asfálticas de mejores propiedades mecánicas y químicas, para incrementar la vida útil de los pavimentos. En el transcurso de las investigaciones se ha recibido la colaboración de diferentes instituciones y departamentos como: el Instituto Mexicano del Petróleo, Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, Subdirección de Obras Viales del Distrito Federal y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

## **1.2 Entorno Físico y Localización.**

### **1.2.1 Entorno Físico de la Planta Coyoacán.**

La planta de Asfalto de Coyoacán se encuentra ubicada en Av. del Imán No 263, Colonia Ajusco en la Delegación Coyoacán (Fig.03), sobre un terreno de 16.5ha, el cual tiene un promedio de 30m de profundidad media con respecto al nivel de banqueta (producto de las excavaciones). Al noroeste colinda con las instalaciones de fútbol de la UNAM que, colindan con las calles Totonacas, la cual está compuesta mayoritariamente por casas habitación: Al noreste colinda con la calle Papatzin, que se compone en un 80% por casas habitación y el porcentaje restante por pequeños negocios, lo mismo que al sureste. Al suroeste está la Avenida del Imán rodeada en su mayoría por conjuntos habitacionales y pequeños negocios.

La clasificación de la zona es "*Habitacional de segundo orden*". El tipo de construcción es moderno, y el nivel socioeconómico va de popular a medio.

El uso de suelo autorizado en el programa delegacional de desarrollo urbano de 1997, es EA (*espacios abiertos, deportivos, parques, plazas y jardines*).

### **1.2.2 Entorno Físico de la Planta de Parres.**

La Planta productora de triturados basálticos se encuentra ubicada a un costado del pueblo de Parres en el Km. 38+171 de la carretera Federal México – Cuernavaca (Fig.03), sobre un terreno de 100ha. Al noroeste, noreste, sur y sudeste, colinda con terreno boscoso; al sudoeste colinda con el pueblo de Parres.

La clasificación de la zona es rural; el tipo de construcción dominante es moderno, y el nivel socioeconómico es bajo.

El uso de suelo autorizado en el Programa Delegacional de 1997 es PE (*preservación ecológica*).

Por ser un terreno forestal restringido y de preservación ecológica, el terreno tiene un valor comercial casi nulo. Sin embargo puede llegar a tener un valor mayor si se concesiona para su explotación a empresas particulares.

## **1.3 Objetivo de la Planta de Asfalto.**

Según el acuerdo 1054 firmado el 28 de junio de 1956. El objetivo de la Planta de Asfalto del Distrito Federal es: "*producir y suministrar mezcla asfáltica con el objeto de cubrir la demanda de todas las dependencias del Gobierno que la requieran y vender a empresas privadas que la requieran o que por contrato con alguna dependencia se les obligue a adquirirla con la Planta de Asfalto del Gobierno del Distrito Federal.*"

Para ello cuenta con tres plantas productoras de mezcla asfáltica y 4 conjuntos de trituración, las características técnicas se presentan en el tercer capítulo del presente trabajo.

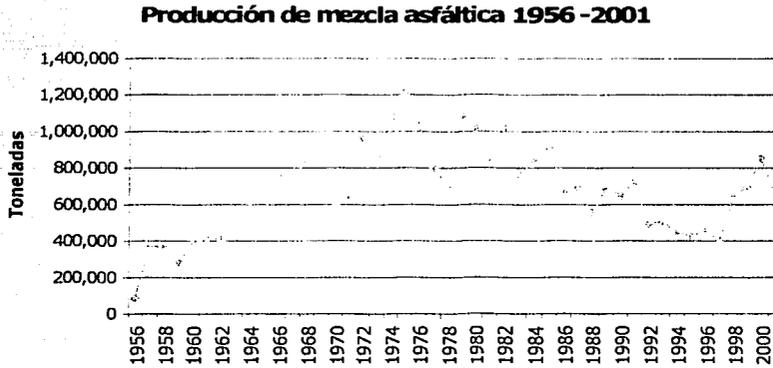
### 1.4 Estadísticas históricas de producción, pavimentación y repavimentación.

En la tabla 1 se muestran la producción anual desde el inicio de las actividades en la Planta de Asfalto, hasta diciembre de 2001, en el gráfico 1 pueden apreciarse claramente las variaciones.

Año	Producción total (ton)	Año	Producción total (ton)
1956	82,402	1979	1,084,308
1957	375,619	1980	1,015,782
1958	356,080	1981	854,355
1959	278,133	1982	1,017,274
1960	381,840	1983	758,812
1961	418,279	1984	834,080
1962	402,150	1985	900,413
1963	529,634	1986	662,350
1964	578,567	1987	688,783
1965	556,548	1988	551,657
1966	759,863	1989	680,443
1967	738,598	1990	646,891
1968	856,011	1991	720,529
1969	646,771	1992	487,744
1970	604,223	1993	504,845
1971	625,543	1994	439,386
1972	959,102	1995	426,434
1973	856,181	1996	450,173
1974	1,057,471	1997	394,118
1975	1,208,979	1998	640,937
1976	1,025,762	1999	690,576
1977	795,069	2000	850,000
1978	687,466	2001	647,000
		Total	30,727,181

Tabla 1 Producción histórica de mezcla asfáltica.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**Gráfico 1 Producción histórica**

Para una ciudad como la Ciudad de México con una superficie de 18 millones de metros cuadrados y 773.8 kilómetros de longitud, solamente en vialidades primarias, vías rápidas, ejes viales y principales avenidas por los cuales circulan diariamente 3.5 millones de vehículos, son imprescindibles acciones de mantenimiento de carpeta asfáltica.

A fines de 1997 los informes sobre el estado de la red vial primaria, indicaban que el 28% de la superficie se encontraba en condiciones satisfactorias de servicio, el 32% tenía mantenimiento preventivo diferido y el 40% presentaba mantenimiento correctivo diferido.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## 2. Estudio Socioeconómico

### 2.1 Requerimientos de mezcla asfáltica (Demanda).

En este capítulo se analiza la demanda de mezcla asfáltica para el Distrito Federal, es importante aclarar que en la Ciudad de México, la mezcla asfáltica se usa básicamente para obras viales, es decir, mantenimiento mayor y menor a vialidades, bacheo, reencarpetado y encarpetado de nuevas vialidades. Este tipo de obras, es responsabilidad del Gobierno del Distrito Federal, a través de dependencias encargadas de ello las cuales se enlistan a continuación:

- Delegaciones Políticas.
- Secretaría de Obras y Servicios.
- Dependencias y órganos desconcentrados
- Otros clientes

Los nuevos desarrollos urbanos, como unidades habitacionales, estacionamientos particulares, centros comerciales y otro tipo de edificios, están a cargo de los constructores privados, ellos son los que se encargan de suministrar su mezcla asfáltica ya sea con la Planta de Asfalto del DF o con fabricantes privados, la decisión, depende de factores como la ubicación de las obras, el precio de la mezcla y el flete de la misma o de preferencias comerciales.

La entidad que más mezcla asfáltica demanda en el Distrito Federal es el Gobierno a través de sus dependencias, por las razones antes mencionadas. El volumen de mezcla que demanda la iniciativa privada es muy pequeño comparado con la demanda del Gobierno, aproximadamente el 3% de la demanda total para la Ciudad, es por ello que la demanda de mezcla asfáltica para la Ciudad de México esta estrechamente relacionada con los programas de pavimentación, repavimentación y mantenimiento a vialidades que las dependencias gubernamentales instrumentan.

Prácticamente el total de la demanda de mezcla asfáltica en el DF es requerida por el Gobierno, motivo por el cual este análisis está enfocado a estimar los requerimientos de mezcla del Gobierno del Distrito Federal.

Como de ejemplo, se muestra en el gráfico 2 como se distribuye la demanda del año 2002, para dar una idea de lo mencionado en los párrafos anteriores.

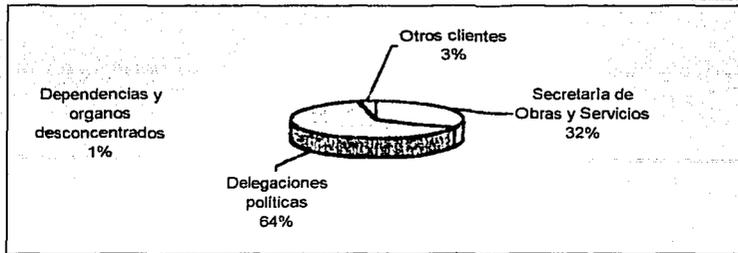


Gráfico 2 Distribución de la demanda

## 2.2 Demanda histórica

A continuación, en la tabla 2 se muestra la demanda total histórica, en ella puede verse que si bien la tendencia es creciente, no existe un patrón de crecimiento constante, es por ello que es necesario buscar algún instrumento para poder pronosticar un comportamiento de la demanda confiable.

Año	Demanda de mezcla asfáltica (toneladas)
1989	700,000
1990	650,000
1991	700,000
1992	594,000
1993	599,915
1994	583,050
1995	607,000
1996	846,000
1997	740,000
1998	935,733
1999	959,168
2000	1,142,119
2001	854,484
2002	516,650

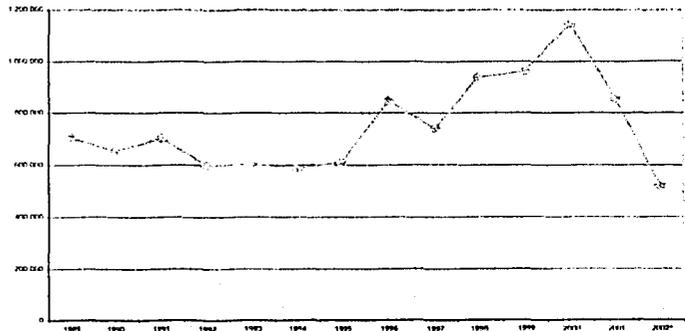


Gráfico de demanda histórica

Tabla 2 Demanda histórica

## 2.3 Demanda futura.

Como se menciona no hay un patrón de crecimiento que permita pronosticar una demanda futura y aunque existe un Plan Rector de Transporte y Vialidad, éste sólo marca los lineamientos que debería de seguir el crecimiento de las vialidades. Es por ello que se consideró necesario recurrir a un análisis estadístico, buscando variables que sostengan alguna relación con el comportamiento la demanda a través del tiempo, con el objeto de pronosticar una demanda confiable.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Para ello, se usa un análisis de regresión, que permite predecir los valores de una variable de respuesta correspondiente a los valores fijos de una variable de predicción. Este análisis usa un modelo lineal simple y se basa en el método de mínimos cuadrados para obtener un factor de correlación lineal entre las dos variables, este factor  $r$  puede tener valores de  $-1 < r < 0$  para correlaciones negativas y  $+1 < r < 0$  para correlaciones positivas.

Una vez obtenido el coeficiente de correlación  $r$  adecuado se hace una estimación de la variable fija y con ello el modelo lineal de la variable de respuesta para con él pronosticar la demanda en el futuro.

Como herramienta, se usa el software Microsoft Excel que trae integrado un set de herramientas para análisis de datos que hace el análisis de regresión automáticamente.

### 2.3.1 Pronóstico de demanda, relacionado con el número de vehículos de motor registrados en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México

Se seleccionó esta variable, considerando que muchos de los habitantes de la zona conurbada, se transportan diariamente hacia el Distrito Federal, pues es aquí donde se ubican sus instalaciones laborales, considerando además que como existen muchas zonas industriales al norte y al oriente de la ciudad, los vehículos de transporte para los productos terminados circulan por las vialidades de la ciudad. Pensando que esta variable sostiene una relación con el deterioro de los pavimentos y su consecuente mantenimiento se hace el siguiente análisis:

#### Vehículos de motor registrados en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

Año	Automóviles	Camiones de pasajeros	Camiones de carga	Motocicletas	Total
1990	1,768,683	11,106	178,205	N/D	N/D
1991	2,144,237	8,917	222,697	17,121	2,392,972
1992	2,365,561	11,183	217,652	24,385	2,618,781
1993	2,707,174	13,585	245,372	10,425	2,976,556
1994	2,371,397	12,614	195,468	29,021	2,608,500
1995	2,523,647	12,872	201,439	28,696	2,766,654
1996	2,471,371	12,901	185,522	43,315	2,713,109
1997	2,516,008	14,054	186,611	44,816	2,761,489
1998	2,979,663	14,384	199,740	64,419	3,258,206
1999	3,084,311	14,384	203,451	84,805	3,386,951

Tabla 3 Vehículos de motor registrados en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

Fuente: INEGI, Anuarios estadísticos del Distrito Federal, 1991 al 2000

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Resumen del análisis de regresión

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.6155
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.3788
R <sup>2</sup> ajustado	0.3012
Error típico	120,530
Observaciones	10

Esta variable se desecha, debido a que el coeficiente de correlación es muy bajo, esto indica que no hay una relación estrecha entre las variables de vehículos registrados y demanda total de mezcla.

**2.3.2 Pronóstico de demanda, relacionado con el consumo promedio de gasolina en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México**

Se considera esta variable, pensando que si aumenta el consumo promedio de gasolina aumenta el número de vehículos y viajes dentro de la ZMCM, consecuentemente deberían de aumentar las vialidades y el mantenimiento de las ya existentes.

**Consumo Promedio de Gasolina en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México**

(millones de litros/día)

Año	Nova	Magna Sin	Premium	Total
1989	14.7	0.3	0.0	<b>15.05</b>
1990	15.1	0.9	0.0	<b>16.06</b>
1991	15.9	1.4	0.0	<b>17.29</b>
1992	13.8	3.5	0.0	<b>17.34</b>
1993	12.4	5.9	0.0	<b>18.26</b>
1994	11.1	7.5	0.0	<b>18.64</b>
1995	9.7	7.8	0.0	<b>17.49</b>
1996	8.3	8.6	0.0	<b>16.86</b>
1997	4.8	14.7	0.0	<b>20.08</b>
1998	0.0	16.6	0.65	<b>17.25</b>

Tabla 4 Consumo Promedio de Gasolina en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México

\*Fuente INEGI PEMEX

Resumen del análisis de regresión

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.1180
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.0139
R <sup>2</sup> ajustado	-0.0193
Error típico	123,811.93
Observaciones	10

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Esta variable se desecha, debido a que el coeficiente de correlación es muy bajo, esto indica que no hay una relación estrecha entre las variables de consumo promedio anual de gasolina y demanda total de mezcla.

### 2.3.3 Pronóstico de demanda, relacionado con el PIB total y PIB del sector de la industria de la construcción

Se usa esta variable, considerando que una parte del PIB corresponde al sector de la construcción y que el mantenimiento de las obras viales y construcción de nuevas vialidades, cae en ese sector, así al crecer el PIB se supondría que puede crecer la demanda de mezcla.

#### Producto Interno Bruto del Distrito Federal (Miles de pesos absolutos de 1993)

Año	PIB Total DF	PIB Construcción DF
1989	4,343,203,158	175,981,076
1990	4,567,997,294	192,160,528
1991	4,760,527,181	201,541,616
1992	4,929,102,324	215,014,104
1993	5,024,783,882	221,516,064
1994	5,248,801,721	240,190,768
1995	4,922,431,918	183,833,535
1996	5,175,436,431	201,794,608
1997	5,526,100,685	220,529,577
1998	5,797,240,239	229,845,088
1999	6,013,998,388	241,314,229
2000	6,413,046,159	253,527,408
2001	6,395,329,362	242,100,169

Tabla 5 Producto Interno Bruto del Distrito Federal

#### Resumen del análisis de regresión PIB total DF

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.7809
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.6098
R <sup>2</sup> ajustado	0.5744
Error típico	113059.2038
Observaciones	13

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Resumen del análisis de regresión PIB total Construcción

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.5658
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.3201
R <sup>2</sup> ajustado	0.2583
Error típico	149,246.19
Observaciones	13

Aunque el coeficiente de correlación con el PIB total del DF parece ser aceptable, se analizan otras variables para buscar una mayor correlación, por lo que respecta al PIB total del sector de la construcción, esta variable se desecha, debido a que el coeficiente de correlación es muy bajo, esto indica que no hay una relación estrecha entre las variables de producto interno bruto y demanda total de mezcla.

### 2.3.4 Pronóstico de demanda, relacionado con el Porcentaje del presupuesto anual para la Planta de Asfalto con respecto al total del presupuesto asignado para la administración del Distrito Federal.

Esta variable se usó para encontrar relación con la parte del presupuesto total para la Administración Pública Centralizada del Distrito Federal asignada a la Planta de Asfalto, suponiendo que si esta aumenta, establece una correlación positiva con la demanda.

#### Presupuesto anual para la Administración Pública Centralizada del Distrito Federal (pesos)

Año	Presupuesto para la Admon	Presupuesto para la PADF	Porcentaje
1995	17,682,700,600	83,000,000	0.47%
1996	16,970,713,400	111,000,000	0.65%
1997	19,588,422,600	134,000,000	0.68%
1998	25,784,090,200	184,000,000	0.71%
1999	26,736,951,200	199,000,000	0.74%
2000	29,498,404,041	233,700,000	0.79%
2001	30,294,362,486	175,900,000	0.58%
2002	34,641,772,897	189,300,000	0.55%

Tabla 6 Presupuesto anual para la Administración Pública Centralizada del Distrito Federal

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Resumen del análisis de regresión

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.3763
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.1416
R <sup>2</sup> ajustado	-0.0013
Error típico	203,779.0737
Observaciones	8

Esta variable se desecha, debido a que el coeficiente de correlación es muy bajo, esto indica que no hay relación entre las variables.

**2.3.5 Pronóstico de demanda, relacionado con el crecimiento de la población para la ZMCM.**

Al suponer que al aumentar la población aumentan los requerimientos de transporte, las superficies de vialidades y el número de vehículos, se consideró que existe correlación entre la población de la ZMCM (Fig. 04) y la demanda de mezcla asfáltica, es por ello que se hace el siguiente análisis de regresión.

**Población total en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM)<sup>2</sup>**

Año	Población total
1990*	15,038,037
1991	15,436,798
1992	15,711,693
1993	15,986,587
1994	16,261,482
1995*	16,784,109
1996	16,811,271
1997	17,086,166
1998	17,361,060
1999	17,635,955
2000*	17,786,983

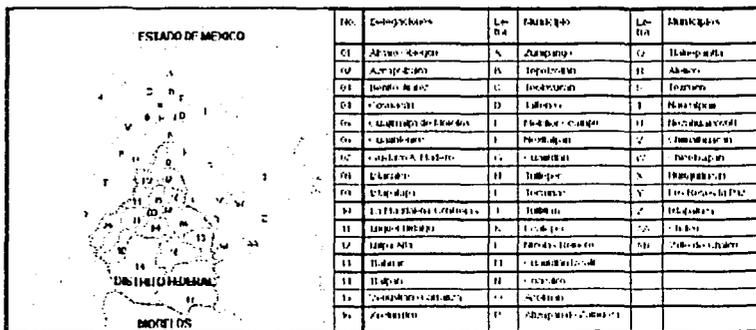


Tabla 7 Población total ZMCM

Figura 4 Zona Metropolitana de la Ciudad de México

\*Fuente INEGI, con base en XI Censo General de Población y Vivienda, 1990, México 1991; Censo de Población y Vivienda 1995, México, 1996; XII Censo General de Población y Vivienda, 2000, Resultados preliminares, México, 2000.

Resumen del análisis de regresión

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.8025
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.6439
R <sup>2</sup> ajustado	0.6115
Error típico	134,372
Observaciones	13

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

<sup>2</sup> Incluye Ciudad de México y zona Conurbada

Esta variable, presenta el coeficiente de correlación más alto, es por ello que se usa en este trabajo como variable de predicción para los cálculos del pronóstico de la demanda.

Después un análisis puede modelarse la ecuación de la línea de tendencia obtenida a través de estimación por mínimos cuadrados en la que la variable de predicción  $x$  es el valor de la población y el resultados obtenido es la demanda, la ecuación es:

$$y = 0.1616x - 2 \times 10^6$$

### 2.3.6 Pronóstico de la demanda con el análisis de regresión relacionado con la población de la ZMCM

Una vez establecida cual es la variable de predicción, que para este trabajo es la población en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, esta variable, se proyecta hacia el futuro; la proyección se hace en base a los datos pronosticados por el Consejo Nacional de Población; los valores de demanda se obtienen usando el modelo lineal obtenido en el capítulo anterior.

#### **Demanda total de mezcla asfáltica pronosticada para la Ciudad de México, según tendencias de población.**

<b>Año</b>	<b>Población*</b>	<b>Demanda</b>
2003	18,735,533	1,027,662
2004	19,010,428	1,072,085
2005	19,285,322	1,116,508
2006	19,600,000	1,167,360
2007	19,850,000	1,207,760
2008	20,000,000	1,232,000
2009	20,300,000	1,280,480
2010	20,500,000	1,312,800
2011	20,750,000	1,353,200
2012	20,900,000	1,377,440
2013	21,200,000	1,425,920
2014	21,600,000	1,490,560
2015	21,900,000	1,539,040
2016	22,050,000	1,563,280
2017	22,200,000	1,587,520
2018	22,750,000	1,676,400
2019	23,000,000	1,716,800
2020	23,200,000	1,749,120
2021	23,500,000	1,797,600
2022	23,900,000	1,862,240
2023	24,200,000	1,910,720

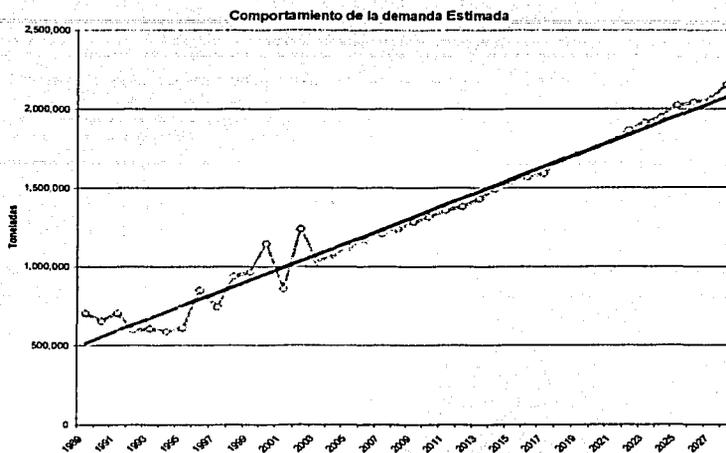
**Tabla 8 Demanda estimada.**

\*Fuente: CONAPO

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Sin embargo, durante los próximos 4 años, la administración actual, tiene como objetivo atender el 100% de la red primaria para 2006 sin restarle atención a la red secundaria, para ello y basado en el Programa Integral del Vialidad y Transporte, publicado a principio de 2002 por el GDF, la ciudad requiere anualmente 1,400,000 toneladas de mezcla asfáltica, para cumplir con esto. Después de este periodo, consideramos que el comportamiento de la demanda, seguirá los pronósticos marcados, el gráfico 3 muestra claramente la tendencia.

El uso de los volúmenes pronosticados, y del mencionado en el párrafo anterior, está integrado por; mantenimiento mayor, mantenimiento menor, bacheo, construcción de nuevas vialidades y otros usos diversos.



**Gráfico 3 Comportamiento de la demanda**

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

### 2.3.7 Conclusiones del Estudio socioeconómico.

La mezcla asfáltica es el elemento fundamental para la pavimentación de las redes de vialidad urbana. En el Distrito Federal es el único elemento que se utiliza, aunque existen en el mercado otras opciones de pavimentación como lo es el concreto hidráulico, con una duración de larga vida, pero cuya inversión inicial es mucho mayor que la que se realiza con pavimentos flexibles.

En virtud de que en el Distrito Federal, la única Entidad que realiza programas de pavimentación es el Gobierno del Distrito Federal, la demanda está totalmente determinada por los programas de pavimentación gubernamentales y por los montos presupuestales, que de acuerdo al orden de prioridades de obras de infraestructura, se le asigna la atención del problema de pavimentación de la Ciudad de México.

El Gobierno del Distrito Federal, no sólo determina de acuerdo a sus programas de pavimentación la cantidad de mezcla asfáltica que se consumirá en el año, sino que además, es el único comprador a través de sus diferentes dependencias de lo que producen tanto la Planta de Asfalto del Distrito Federal, como los productores privados.

El Distrito Federal cuenta con 18 millones de m<sup>2</sup> de pavimento en la Red primaria y 97.5 millones de m<sup>2</sup> en la Red secundaria; esto significa que las principales avenidas representan el 15% de la totalidad de la Red de vialidades.

Hasta ahora, la demanda de la mezcla asfáltica en el mercado ha estado determinada por tecnología de pavimentación para pavimentos flexibles, la cual utiliza para carpetas de mezcla en caliente o mezcla en frío, ambos productos producidos por la Planta de Asfalto del DF.

Es muy posible que las autoridades del próximo período gubernamental continúen con esta resolución tecnológica o que no cambie drásticamente, ha menos que se realicen inversiones importantes en otro tipo de pavimentos más caros y más duraderos que se analizarán en función de planes de recuperación financiera a largo plazo que abarcarían incluso varios períodos gubernamentales.

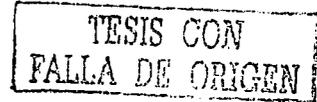
Otro factor que afectaría la demanda, son los planes de crecimiento de la Red Vial en el Distrito Federal; sin embargo, como ya se comentó, todo indica que en los próximos años, se continúen con programas de mantenimiento en donde el rezago de la red secundaria es importante.

Los valores de demanda más confiables son los que se pronostican con el análisis estadístico de regresión en donde la variable que más se relaciona con la demanda es la *población de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México*, debido a que una gran parte de los habitantes de la zona conurbana se transportan diariamente hacia el Distrito Federal; así mismo demandan más servicios, alimentos, productos diversos, etc. El transporte de estos productos provoca el deterioro de los pavimentos, además de todo el transporte de carga que converge y transita por las vialidades de la ciudad, para efectos de esta tesis se manejan esos valores para los cálculos y las consideraciones que se contemplan en los siguientes capítulos.

### 3. Estudio de recursos disponibles.

En esta sección, se analiza la oferta actual y se establece la consideración bajo la cual se ha de ofertar mezcla asfáltica al gobierno de la ciudad para satisfacer la demanda actual y la pronosticada. Para ello, se analizó la capacidad de producción actual, tanto de mezcla como de insumos y recursos con los que cuenta actualmente.

#### 3.1 Oferta Histórica.



##### 3.1.1 Marco Jurídico y regulatorio.

La Planta de Asfalto es un Órgano Desconcentrado del Gobierno del Distrito Federal; sin embargo la categoría de Órgano Desconcentrado no parece ser jurídicamente consistente, ya que la función de producir grava triturada y mezclas asfálticas no es una función del poder central del Gobierno del Distrito Federal, que por lo tanto sea sujeta a ser desconcentrada. El marco jurídico pertinente es el organismo descentralizado, o empresa de participación estatal mayoritaria en donde cabe el objeto social de generar bienes y servicios prioritarios para el funcionamiento de la Ciudad (Estatuto del Gobierno del Distrito Federal- Artículos 97, 98,99,100 y 101).

La limitación de no contar con personalidad jurídica, ni patrimonio propio, como lo sería si la planta de asfalto fuera una empresa descentralizada, ha ocasionado un sin número de problemas, siendo uno de los principales, que la unidad industrial este sujeta a condiciones generales de trabajo que se desarrollaron en una ámbito político - burocrático, totalmente ajeno a la dinámica industrial. Asimismo, se ha restringido la autonomía operativa de la planta al ser controlada como una unidad administrativa más del Gobierno de la Ciudad de México.

La política laboral de la Planta de Asfalto se rige por las Condiciones Generales de Trabajo del Gobierno del Distrito Federal, las cuales tienen su fundamento en el Apartado B del Artículo 123 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; así también en los Artículos 87 al 91 de la Ley Federal del los Trabajadores al Servicio del Estado, y en Acuerdos posteriores del Titular del Gobierno del Distrito Federal, con la participación del Sindicato único de Trabajadores del Gobierno del Distrito Federal.

##### 3.1.2. Oferta

Nominalmente, la Planta puede producir un millón de toneladas por año, pero debido a que es un órgano desconcentrado del Gobierno del Distrito Federal, la Planta de Asfalto está sujeta al presupuesto anual asignado, el cual puede ampliarse durante el transcurso del año, esto lleva a que la oferta queda limitada a las asignaciones presupuestales y a las ampliaciones que se

aprueben a lo largo del año. Esto trae como consecuencia, que la demanda de mezcla asfáltica de la Ciudad de México, no sea cubierta en su totalidad por la Planta de Asfalto, sino que este presente la participación de los productores privados.

La tabla 11 muestra la oferta desde 1995 hasta 2002, en éste puede verse que el costo de producción es mayor que el precio de venta, es decir existe un subsidio por parte del Gobierno hacia sus dependencias y órganos desconcentrados.

Año	Monto (millones de pesos)	Volumen (toneladas)	Costo Unitario (\$/ton)	Precio de venta (LAB) (\$/ton)
1995	83.0	426,000	195.00	105.00
1996	110.8	450,000	246.20	135.00
1997	134.3	394,118	340.70	165.00
1998	184.3	640,937	287.51	165.00
1999	198.5	600,000	330.83	180.00
2000	302.5	848,194	257.27	231.69
2001	175.9	547,463	285.74	280.41
2002*	189.3	618,109	331.09	300.00

**Tabla 9 Oferta histórica**

Fuente: UD Ventas Planta de Asfalto D.F.

\*Estimado PADF

Nota: Los precios son por tonelada en Planta sin IVA.

Esta oferta mencionada, ha sido menor que la demanda total de la Ciudad de México; en términos generales a partir de 1995 la Planta de Asfalto a participado con el 60% del mercado de mezcla en el Distrito Federal. Esto se debe a que a partir de ese año aparecen en el mercado nuevos oferentes de mezcla<sup>3</sup>, antes de este año, el total del mercado era cubierto por la Planta.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

<sup>3</sup> AFH Consultores Asociados S.C Estudio del Diagnostico Laboral, Técnico, Administrativo, financiero, comercial y social de la Planta de Asfalto del Distrito federal. 1999

### 3.1.3 Costos de producción

El costo unitario de producción de mezcla asfáltica, está integrado de la siguiente manera.

Concepto	%
Salarios	25
Tiempo extraordinario	02
Prestaciones al personal	11
Asfaltos AC-20 con flete	21
Roca y triturado basáltico	06
Mantenimientos	08
Combustibles y lubricantes	10
Depreciaciones y amortizaciones	04
Servicio de vigilancia	02
Gastos de operación	11
<b>Total</b>	<b>100</b>

Integración del costo unitario

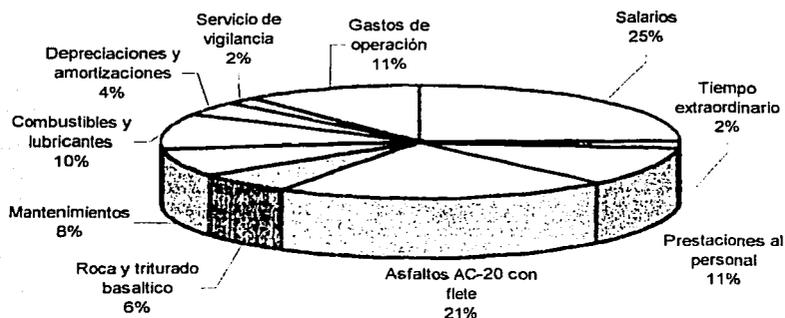


Gráfico 4 Integración del costo de producción

TESIS C  
FALLA DE ORIGEN

### 3.2 Capacidad de Producción actual. (Oferta actual)

El proceso de producción de mezcla asfáltica, comienza en la explotación del banco y termina en la producción de la mezcla como lo muestra la figura 5

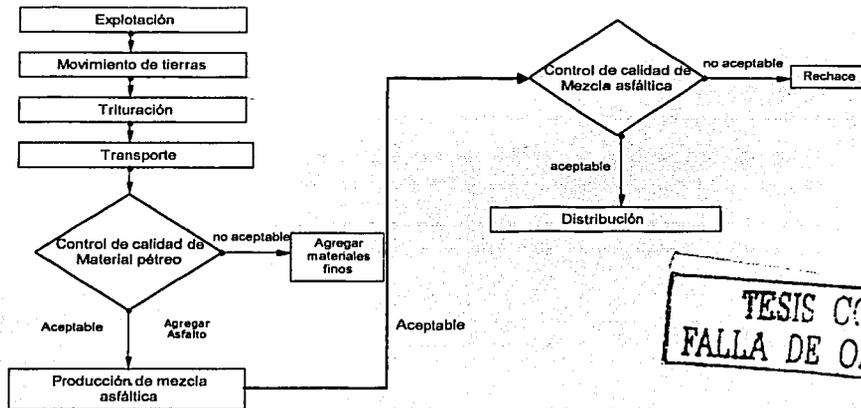


Figura 5 Proceso de producción de mezclas asfálticas

Para determinar la capacidad de producción actual, se analizan los pasos mencionados en el diagrama de flujo.

#### 3.2.1 Explotación.

La explotación se hace por el método denominado, *explotación de bancos ascendentes*, que consiste básicamente en barrenación, cargado de barrenos y detonación.

Se cuenta con el siguiente equipo:

- 1 Compresor Gardner Denver
- 4 Compresores Ingersoll Rand
- 1 Compresor Flottair Krupp
- 2 Compresores Chicago Pneumatic
- 4 Track Drill Ingersoll Rand
- 2 Perforadoras Hidráulicas Ingersoll Rand

Con este proceso y el equipo mencionado, se cuenta con una capacidad de 450 toneladas por hora, sin embargo una buena parte del equipo ya está deteriorado y es obsoleto, esto arroja como consecuencia frecuentes descomposturas y tiempos inactivos, por lo cual, la capacidad se reduce considerablemente.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 3.2.2 Movimiento de Tierras

Una vez explotado el banco, comienza el proceso de carga y acarreo del material pétreo, del área de explotación, hacia el conjunto de trituración, en la cual se cuenta con el siguiente equipo:

Cantidad	Nombre y descripción
2	Palas Poclain
1	Retroexcavadora Komatsu
4	Camiones F.C. Mack M35
3	Camiones F/C Terex
2	Tractores Komatsu
1	Cargador Bob Cat
2	Cargadores Frontales Michigan
1	Cargador S/CARR. Dresser
1	Martillo Atlas Copco
2	Martillos Krupp
2	Camionetas Nissan.
1	Camión c/ equipo de lubricación
4	Plantas de emergencia Markkon
1	Generador de agua caliente
1	Lavadora Eurocar
1	Compresora Tatsa
1	Compresora Itsa

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La capacidad nominal de este proceso, es de 450 ton/hr<sup>4</sup>.

### 3.2.3 Trituración.

La trituración, se hace en 4 conjuntos, dos de ellos ubicados en el banco de Parres, estos conjuntos se componen de quebradoras en circuito cerrado, cada uno con cribas para seleccionar el tamaño. A continuación, se cita la capacidad de cada conjunto y el año de adquisición.

<i>Triturado</i>			
UBICACIÓN	CONJUNTO	AÑO DE ADQUISICIÓN	CAPACIDAD (TON/HR)
PLANTA COYOACÁN	1	1962	80
PLANTA COYOACÁN	3	1979	120
PLANTA PARRES	5	1975	100
PLANTA PARRES	7	1985	150
<i>Total</i>			450 ton/hr

El material triturado es depositado en los silos y almacenes para ser transportado a la planta de producción.

<sup>4</sup> Fuente: Planta de Triturados basálticos de Parres GDF.

### **3.2.4 Transporte de material triturado.**

Una vez triturado el material, en la Planta Productora de Materiales Basálticos de Parres, es transportado a la planta de Coyoacán para la producción de mezcla asfáltica, el transporte se lleva a cabo por transportistas privados. La planta no cuenta con plantilla vehicular para estos acarrees; la capacidad de este proceso, es variable, pues el número de camiones que realiza este trabajo varía según las necesidades, hipotéticamente es suficiente para transportar todo el triturado y el material en greña necesario.

### **3.2.5. Control de calidad de materiales pétreos.**

Un parte muy importante en la producción de mezclas asfálticas es garantizar que el producto cumpla con especificaciones, para asegurar la buena calidad de las materias primas que se usan en la producción así mismo garantizar que la mezcla terminada cumpla con las normas establecidas.

La planta de asfalto, cuenta con un Laboratorio de control de calidad, ahí se revisan las especificaciones tanto del material pétreo como de la mezcla asfáltica ya producida.

La Planta de asfalto cuenta con un laboratorio de control de calidad que se encarga de:

- ◆ Mantenerse completamente informado sobre las innovaciones e investigaciones relacionadas con los diferentes tipos de materiales
- ◆ Supervisar las actividades de operación en los conjuntos de trituración y plantas productoras de mezcla asfáltica, para que los productos reúnan las condiciones de calidad requerida.
- ◆ Rechazar toda materia prima y producto terminado, que no cumpla con las especificaciones de calidad.

Al material pétreo, se le hacen pruebas de dureza y granulometría verificando que cumplan con las normas de calidad. Así mismo, se toman frecuentemente muestras de mezcla asfáltica, para verificar su consistencia, temperatura y contenido de asfalto al salir caliente de la planta. Además, se realizan ensayos para someterlos a pruebas de resistencia y se extraen probetas de mezcla que ya se colocó para revisar su comportamiento mecánico.

Las normas seguidas son:

1. ASTM Sociedad Americana para Pruebas de Materiales.
2. DGN Dirección General de Normas.
3. SCT Especificaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Con las instalaciones y el equipo con que cuenta actualmente tiene la capacidad para garantizar que los materiales y la mezcla cumplan con las especificaciones que los rigen, es decir la capacidad de este proceso es suficiente para la producción y volúmenes mayores.

### 3.2.6 Producción de mezcla asfáltica.

Para la producción de mezcla asfáltica, se utilizan dos métodos, debido a las características de las plantas, el primero es el conocido como *producción por lotes (batch)* el cual es el que usa la planta cinco y el segundo es el de *producción continua*.

Las plantas productoras de mezcla asfáltica se componen de tolvas alimentadoras de material triturado todas utilizan el sistema de secado a base de tambor secador rotatorio; y el mezclado se hace en un sistema de caja mezcladora.

PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA			
Ubicación	Planta	Año de adquisición	Capacidad (ton/hr)
Planta Coyoacán	5	1975	140
Planta Coyoacán	6	1979	160
Planta Coyoacán	7	1980	180
Total:			480

Este proceso de producción de mezcla se realiza completamente en las instalaciones de la Planta ubicada en Coyoacán, para todas las operaciones inherentes al proceso y para tener la capacidad mencionada se cuenta con el siguiente equipo:

- 1 Compresor Chicago Pneumatic
- 4 Compresores Gardner Denver
- 2 Compresores Ingersoll Rand
- 1 Compresor Flottair Krupp
- 1 Compresor Sullair
- 1 Perforadora Hidráulica Ingersoll Rand
- 1 Pala Poclair
- 1 Retroexcavadora Komatsu
- 3 Camiones F.C.
- 1 Tractor Allis Chalmers HD
- 1 Tractor Komatsu
- 5 Cargadores Frontales
- 2 Traxcavos Michigan
- 1 Empujador Michigan
- 2 Plantas de emergencia
- 2 Plantas de luz de emergencia
- 1 Planta de emergencia oficinas generales
- 1 Martillo Montabert

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

### 3.2.7 Distribución de mezcla asfáltica.

La distribución de la mezcla asfáltica, se hace por medio de transportistas particulares, con quienes se celebran contratos para que ellos distribuyan la mezcla en la diferentes obras.

### 3.2.8 Personal

El personal que labora en la planta de Asfalto, está clasificado en tres categorías, éstas caracterizan el tipo de funciones y las responsabilidades del personal.

Actualmente laboran aproximadamente 470 personas clasificados en las siguientes categorías:

- a) **Personal de Estructura.** Ocupa puestos ejecutivos.
- b) **Personal de Confianza.** Ocupa puestos clave en la organización y sirve de enlace entre el personal de base y el personal de estructura
- c) **Personal de base.** Personal operativo adscrito al Sindicato.

La distribución del personal se indica en el gráfico 5.

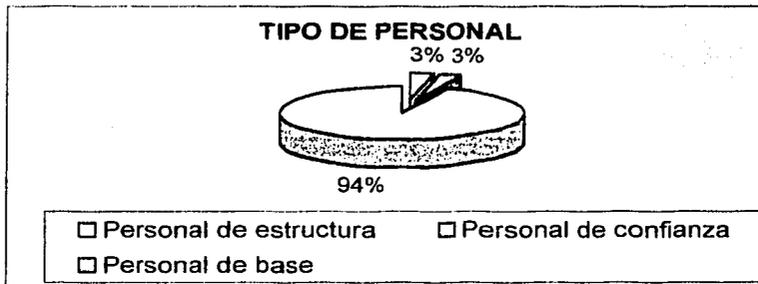


Gráfico 5 Distribución de personal

### 3.2.9 Materiales.

#### Material pétreo triturado.

Para producir una tonelada de mezcla asfáltica se requiere una tonelada de material pétreo triturado. Como ya se ha mencionado, la mayor parte del material pétreo se extrae del banco de Parres, este material es de tipo basáltico, el banco cuenta actualmente con las siguientes características:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Peso volumétrico en banco: 2.97ton/m<sup>3</sup>  
Peso volumétrico suelto: 1.96ton/m<sup>3</sup>  
Área del banco<sup>5</sup>: 926,534.74m<sup>2</sup>  
Volumen disponible: 6'945,019m<sup>3</sup>

Hoy en día, se explota un solo frente que representa el 15% del volumen mencionado, esto es; queda el 85% para la producción futura.

Además la Planta de Asfalto, actualmente compra a particulares, piedra en greña que cumpla con las especificaciones de calidad, esta piedra es producto de excavaciones en obras, ubicadas en zonas rocosas, casi siempre cercanas a la planta en la zona del pedregal de San Ángel. El volumen adquirido de esta manera es mínimo, por lo cual se considerará que el total del material se extraerá del banco de Parres.

### **Asfalto y Combustible diesel industrial**

El único productor de asfaltos y combustibles en el país es PEMEX, es por ello que hasta hoy es quien ha suministrado el total de la demanda de asfalto y diesel requerida por la Planta. Actualmente se tienen celebrados contratos anuales de suministros de estos dos insumos, garantizando con ello el suministro oportuno de dichos materiales.

El transporte de asfalto de las refinерías hacia la planta es llevado por particulares, pues PEMEX, vende su producto en las refinерías, esto no ocurre con el diesel debido que su manejo es mucho más fácil.

## **3.3 Análisis de la Oferta futura**

### **3.3.1 Oferta Actual para la Ciudad de México**

La oferta en el Distrito Federal está integrada por 14 empresas productoras de mezcla asfáltica, instaladas tanto en la Ciudad de México, como en la parte norte de la Ciudad (principalmente en el Estado de México). De las 14 plantas, sólo tres están en territorio del Distrito Federal, mientras que las otras 11 se ubican en el Estado de México.

La capacidad instalada total es de 3,530ton/hora, incluyendo a la Planta de Asfalto del Distrito Federal. Para calcular la capacidad anual en forma conservadora, se estima un turno promedio diario de 10 horas en 22 días hábiles por mes y en 12 meses del año, lo que da como resultado 9.3 millones de toneladas año. Si se considera que la Planta de Asfalto del Distrito Federal tiene una capacidad real de un millón de toneladas por año, significa que participa con un 11% de la capacidad total instalada<sup>6</sup>.

Teóricamente, la capacidad instalada total anual de producción de 9.3 millones de toneladas, alcanza para cubrir 56 millones de metros cuadrados al año, considerando un factor de 6 m<sup>2</sup> por tonelada, lo que representa casi el

<sup>5</sup> GDF. Estudio de caracterización del banco de materiales basálticos de Parres

<sup>6</sup> AFII Consultores Asociados S.C. Estudio de diagnóstico laboral, técnico, administrativo, financiero, comercial y social de la Planta de Asfalto del Distrito Federal. 1999.

48% de la red vial total. Esta capacidad está limitada por la capacidad de triturado y de tendido de las empresas.

Sin embargo, si sólo se consideran a las empresas que hacen un esfuerzo por mantener calidad, control ambiental, etc., la capacidad se reduciría a las seis que se mencionan en la tabla 12 las cuales en conjunto tienen una capacidad de 1,930ton/hora, es decir, se reduce en un 54% la capacidad instalada, lo que generaría una producción anual con el mismo cálculo anterior de 5.2 millones de toneladas año. Lo anterior alcanzaría para pavimentar hasta 31.2 millones de m<sup>2</sup>, lo que significa un 26% de la Red vial total del Distrito Federal. En este escenario la Planta de Asfalto del Distrito Federal participa con el 54% de la capacidad instalada en estas condiciones, considerando una capacidad de un millón toneladas año.<sup>7</sup>

ZONA ORIENTE	precio de mezcla (ton)	precio flete (ton-km)	Tlahuac		Iztapalapa	
			Distancia Planta-Del (km)	precio puesto en obra	Distancia Planta-Del (km)	precio puesto en obra
1.- Grupo Corporativo Interestatal, S.A. de C.V. (Tribasa)	\$250 00	\$1 50	16 30	\$315 62	23 00	\$327 18
Planta de Asfalto del D.F. (Coyoacán)	\$280 00	\$1 50	27 00	\$320 50	25 00	\$317 50

ZONA NORTE	precio de mezcla (ton)	precio flete (ton-km)	GAM		Cuauhtémoc	
			Distancia Planta-Del (km)	precio puesto en obra	Distancia Planta-Del (km)	precio puesto en obra
2.- Gpo. Constructor Pirámide, S.A. de C.V. (Colepsa)Alizapan	\$290 00	\$1 50	16 0	\$361 10	25 0	\$376 63
2.- Gpo. Constructor Pirámide, S.A. de C.V. (Colepsa)	\$290 00	\$1 50	20 0	\$368 00	26 0	\$378 35
3.- Asfaltos Industriales	\$263 00	\$2 63	25 0	\$378 06	31 0	\$396 21
4.- Concretos Asfálticos de México, S.A. de C.V.	\$290 00	\$1 70	17 0	\$366 74	23 0	\$378 46
5.- Asfaltos y Construcciones 2001, S.A. de C.V. (Masa)	\$280 00	\$1 50	18 0	\$353 05	24 0	\$363 40
6.- Ingenieros Civiles y Asociados, S.A. de C.V. (ICA)	\$240 00	\$1 50	28 0	\$324 30	32 0	\$331 20
Planta de Asfalto del D.F. (Coyoacán)	\$280 00	\$1 50	34 0	\$331 00	20 0	\$310 00

Tabla 10 Oferentes de mezcla asfáltica para la Ciudad de México

### 3.3.2 Bancos de materiales

Ya se mencionó que la Planta de Asfalto cuenta con el banco de Parres, sin embargo, los bancos que existen en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México se muestran Figura 6, con el objeto de contemplar posibles oferentes de material triturado y su localización.

LIGOS CON  
 FALLA DE ORIGEN

<sup>7</sup> Ibidem. Planta de Asfalto del D.F.

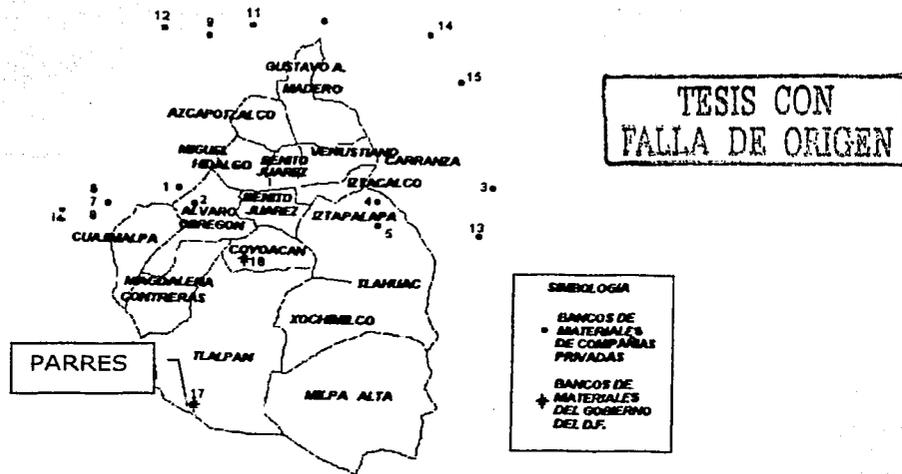


Figura 6 Localización de bancos

### 3.3.3 Asfalto y combustible.

El único distribuidor de Asfalto AC-20 y de diesel es PEMEX, con quien se tienen establecidos contratos de suministro de estos dos productos, aunque no se tienen programas planeados, lo que ocasiona que algunas veces se retrase el suministro de Asfalto y se paguen fletes de diesel en falso por sobre almacenamiento.

Para transportar el asfalto AC-20 se celebran contratos con empresas transportistas, quienes recogen el Asfalto en las Refinerías de Tula y Salamanca y lo entregan en las Instalaciones de la Planta de Asfalto.

El suministro de estos dos insumos no presenta ningún problema.

Los consumos de materias primas se calcularon utilizando el Método Marshal y el contenido óptimo de Asfalto es de  $6.5\% \pm 0.5\%$ , esto en términos prácticos se traduce a 70 lts de Asfalto AC-20 por cada tonelada de Material pétreo, cuya granulometría es en general de 3/4" a finos, además de combustible se usan 8.2 lts por cada tonelada de mezcla.

### 3.3.4 Maquinaria y equipo requeridos

La maquinaria y equipo requeridos para el proyecto, serán descritos a detalle en el siguiente capítulo, pues es necesario instrumentar correctamente un sistema de producción eficiente, considerando tiempos, movimientos, tecnología de reciclado y de producción.

### **3.3.5 Oferta futura.**

Tomando como consideración principal para este apartado, que la Planta de Asfalto pretende cubrir el total de la demanda para la Ciudad de México durante los próximos 20 años, será necesario garantizar el suministro de materiales, de los cuales el asfalto y el diesel no presentan problema de suministros, sin embargo será necesario contemplar un banco de materiales pétreos adicional a Parres, con el objeto de garantizar el suministro permanente de este material.

### **3.4 Balance Oferta – Demanda**

Debido a que la Planta de Asfalto del D.F. fue creada con el objeto satisfacer la demanda de mezcla de toda la Ciudad, al existir otros oferentes, la planta se ha convertido en un instrumento de regulación de precios del mercado. Para mantener este objetivo y evitar cambios drásticos en los precios de los fabricantes privados, es necesario que la planta abarque todo el mercado del mezcla, para ello se requiere que el balance oferta - demanda debe estar en equilibrio, o la oferta de mezcla asfáltica sea mayor a la demanda. Para ello será necesario analizar la tecnología de producción y el suministro de materiales, así como las políticas administrativas, legales y laborales del proyecto.

A continuación se analizan los aspectos referentes a los materiales contemplando aspectos de suministros, transporte y disponibilidad, con el objeto de tener un panorama de cual será el comportamiento de las necesidades de materias primas e insumos para el objetivo de este proyecto.

### 3.4.1 Suministro de materiales

#### ASFALTOS Y COMBUSTIBLES.

Con la demanda estimada, los volúmenes anuales que se requieren de Asfalto AC-20 se muestran en la tabla 13.

Año	Requerimientos de Asfalto	Año	Requerimientos de Asfalto	Año	Requerimientos de Asfalto
2003	98,000	2013	99,814	2023	133,750
2004	98,000	2014	104,339	2024	136,013
2005	98,000	2015	107,733	2025	141,669
2006	98,000	2016	109,430	2026	142,800
2007	84,543	2017	111,126	2027	143,931
2008	86,240	2018	117,348	2028	150,718
2009	89,634	2019	120,176		
2010	91,896	2020	122,438		
2011	94,724	2021	125,832		
2012	96,421	2022	130,357		

Tabla 11 Necesidades de asfalto

Como ya se menciona, el suministro de asfalto, no representa ningún problema.

En cuanto al combustible, tampoco representa problema en el suministro, sin embargo, será necesario tomar en cuenta que las nuevas tecnologías de producción, usan gas LP. para los procesos de producción de mezcla. Esto se analiza en el estudio técnico.

#### MATERIAL PÉTREO

Con la demanda estimada, la cantidad de material pétreo requerida, es igual al volumen de mezcla, sin embargo, es necesario analizar si el banco con el que se cuenta actualmente es suficiente para satisfacer esto.

### 3.5. Conclusiones de estudio de recursos disponibles

La Planta de Asfalto del Distrito Federal se encuentra ubicada en la Delegación Coyoacán, en el centro del Distrito Federal y cuenta con un banco de piedra en el Sur (en Tlalpan sobre la carretera Federal a Cuernavaca). Al estar ubicada en el centro geográfico, se le facilita la distribución de mezcla.

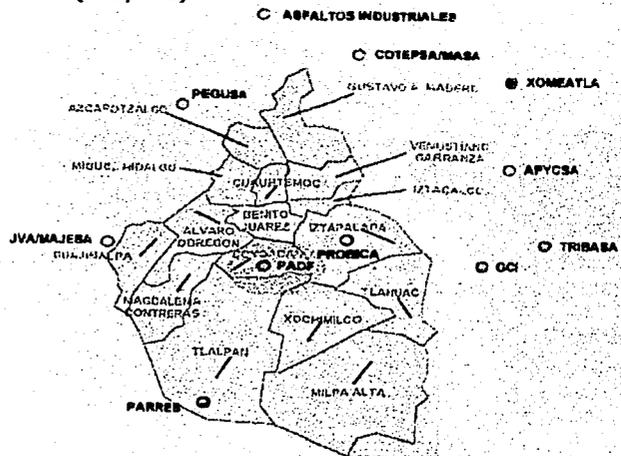
La mayor parte de las empresas se ubican en el norte del Distrito Federal dentro del Estado de México; 11 de los 19 bancos de piedra en explotación están ubicados en la misma zona. (mapa 1)

Es importante comentar que estas empresas surgen hasta 1995, a partir de la construcción de autopistas con inversión privada. Estas plantas se utilizaron para su pavimentación y de hecho sus inversiones en la mayoría ya fueron amortizadas y recuperadas como inversiones en estos negocios. Al iniciar 1995, prácticamente se detuvo el programa carretero de autopistas de cuota, por lo que surgieron como oferentes de producción en ese año, por ello, el

Gobierno del Distrito Federal en su momento, compartió el mercado alcanzando casi un 50% en los años del 1996 y 1997; sin embargo, es importante considerar que la tecnología de punta de algunas de ellas, es un factor de ahorro considerable en los costos de producción.

Otro factor que ha determinado la oferta, ha sido el precio de los insumos de producción; en este caso se circunscribe al triturado de piedra basáltica (cuyos bancos de explotación están controlados por las empresas privadas productoras de mezcla asfáltica, quienes a su vez determinan los precios en el mercado de este insumo), y el asfalto AC-20 cuyo único proveedor es PEMEX.

Aunque la Planta de Asfalto del Distrito Federal cuenta con un banco de piedra que tiene una vida de explotación de 13 años, si desea atender toda la demanda a los requerimientos de la ciudad, su estructura de producción encarece sus costos, impidiendo que sea competitiva; es importante que se consideren estos aspectos en una reestructuración de costos de producción a efecto de disminuir los riesgos involucrados.



Mapa 1 Ubicación de los bancos de materiales.

Aunado a lo anterior, los equipos de producción en general de la Planta de Asfalto del Distrito Federal son obsoletos y requieren de un programa de sustitución tecnológica que le permita participar en el mercado en condiciones de competencia. Es importante considerar este factor, ya que sus dos competidores más cercanos, Xometla (ICA) y TRIBASA, juntas tienen más capacidad instalada que la Planta de Asfalto del Distrito Federal; es decir, suman 600ton/hora contra 480ton/hora. Además, cuentan con mejores condiciones tecnológicas y de organización de la producción, que les permite competir con ahorros importantes en su estructura de costos de producción y de control interno de la misma.

En caso de que la Planta de Asfalto del Distrito Federal desapareciera del escenario de mercado, un riesgo latente para el Gobierno sería un cambio drástico en el comportamiento de los oferentes, es decir, que se pusieran de acuerdo y decidieran no surtir al Distrito Federal para presionar sobre incrementos al precio de mezcla asfáltica. Finalmente surtirían, ya que las empresas como negocios, buscarán obtener oportunidades y ganancias, más que unirse a factores de decisión política.

En este caso, la Planta de Asfalto del Distrito Federal ofrece una solución estratégica al Gobierno, aunque a costos más altos, ya que sus precios de venta no han sido suficientes para alcanzar el punto de equilibrio; el costo de producción se subsidia a través de las partidas presupuestales que autorizan para la operación; sin embargo, bajo condiciones de reestructuración importantes, es posible que la planta pueda dar un servicio competitivo como se verá en los siguientes capítulos.

## 4. Estudio Técnico – Tecnológico.

Basado en los resultados obtenidos de los capítulos anteriores, se observa que la capacidad actual no es suficiente para cubrir la demanda estimada, para resolver esto, la Planta de Asfalto requiere una modernización tecnológica. En este capítulo, se hace una propuesta, tanto de modernización de procesos como de equipos, sin contemplar aquí los aspectos legales, administrativos y laborales, mismos que serán vistos a detalle en el siguiente capítulo.

En términos generales, la tecnología de producción de agregados pétreos y mezclas asfálticas no ha cambiado, lo que se ha ido modernizando es la maquinaria y los equipos que intervienen en los procesos, lo que aquí se propone es la selección de estos, convirtiéndose así en un estudio técnico, mas que tecnológico.

Para satisfacer la demanda pronosticada de mezcla es necesario contar con una capacidad que lo permita. La demanda promedio es de 1.5 millones de toneladas anuales, por esta razón se diseñan los procesos para instalar esta capacidad.

### Capacidad requerida.

Para calcular la capacidad requerida, se considera que se laboran dos turnos, uno diurno y otro nocturno, el primero con 8 hrs. efectivas de trabajo y el segundo con 6 hrs., sumando en total 14 horas por día. Además de considerar 22 días hábiles por mes y 12 meses por año.

Bajo estos parámetros, se requiere una capacidad de producción de 400 toneladas por hora para todos los procesos.

### 4.1 Explotación.

Como en prácticamente cualquier actividad, desde el punto de vista económico, el mejor método de explotación deberá ser aquel que proporcione la mayor tasa de retorno de la inversión. Adicionalmente, el método seleccionado deberá satisfacer condiciones de máxima seguridad y permitir un ritmo óptimo de extracción bajo las condiciones geológicas particulares del depósito; el mejor método de minado dependerá de las características geológicas del terreno, mismas que determinarán el tamaño del área que se va a minar, con los respaldos (o paredes) que mejor se auto soporten durante la remoción del material.

El volumen requerido es de 1.5 millones de toneladas anuales, tomando en cuenta las consideraciones de capacidad, es necesario, explotar 5,700 toneladas por día.

#### 4.1.1 Despalme de Terreno.

En términos generales, el espesor de la capa vegetal en el banco es de 40 cm, pero además existe un estrato de 2.5m de material arcilloso antes de llegar al macizo rocoso, la profundidad efectiva de explotación es de 30m.

Todo el material vegetal y arcilloso deber ser movido para esto, el tractor es la maquinaria más adecuada, el volumen de material que ha de moverse es variable, por lo que se recomienda despalmar el área necesaria para un periodo de tiempo de explotación (que para esta tesis será de un año). El usar un tractor para este trabajo, obliga a contar con un cargador y camiones que acarreen el material hacia su destino final, este puede ser un banco de tiro, un relleno sanitario o algún otro sitio destinado para ello.

Se considera conveniente usar un cargador frontal montado sobre orugas (Traxcavo), debido a que este equipo a pesar de ser más lento, hace la función de ataque y carga, lo que hace prescindir de un cargador adicional, por lo tanto costos menores de despalmes.

Otras razones por las cuales se considera más conveniente el uso de un traxcavo se listan a continuación.

1. Se dispone de equipo suficiente para los trabajos de despalmes, por lo que el bajo rendimiento de este equipo es aceptable.
2. Se prescinde del uso de un cargador adicional usando las características de corte, carga y desgarrar del traxcavo.
3. Este mismo equipo, puede utilizarse para alimentación de materiales triturados a la tolva de la Planta de producción de mezcla.
4. Con el bajo rendimiento de este equipo, se reduce el número de camiones para acarreo y la saturación de tránsito en vialidades internas y externas.
5. Por sus características (semejantes a las de un tractor) este equipo puede utilizarse para habilitar caminos y rampas de acceso a zona de bancos o zonas de rellenos.

Para seleccionar el equipo que mejor se adapte a las condiciones del proyecto, se toman las siguientes consideraciones:

De la estratigrafía del banco se tiene que por cada metro cuadrado de área de banco se tienen 2.9m<sup>3</sup> de material a remover (capa vegetal y material arcilloso) 30m<sup>3</sup> de roca.

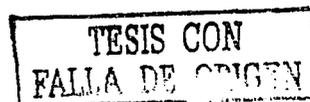
La demanda anual es de 1.5 millones de toneladas anuales, esto es, (considerando un peso volumétrico de la roca en banco de 2.69ton/m<sup>3</sup>) 557,621m<sup>3</sup> por año.

El área de despalmes para un año se obtiene dividiendo el volumen anual entre la profundidad del banco, obteniéndose así que la superficie a despalmar es de 1.86Ha que para términos prácticos ha de redondearse a 2Ha anuales.

Una vez obtenida la superficie se obtiene que el volumen anual de material es de 58,000m<sup>3</sup>/año

Con objeto de seleccionar el equipo más eficiente para este trabajo, se analizan varios modelos de traxcavo, calculando sus rendimientos y el tiempo que tardan en remover los volúmenes obtenidos en el párrafo anterior. El método con el cual se obtienen los rendimientos de los equipos es por medio de reglas y formulas

$m^3/hr=(m^3/ciclo) \times (ciclo/hr)$   
 Factor de carga: 1.0  
 Eficiencia de operación: 40min/hr  
 Velocidad promedio: 3kph  
 Distancia de viaje: 10m  
 Tiempo de ciclo: 2min  
 Ciclo básico: 25seg  
 Tiempo de ciclo ataque y carga: 36seg  
 Tiempo de ciclo de desgarrar: 36seg  
 Correcciones: 23 seg



Con estas consideraciones, se analiza el rendimiento de los siguientes equipos, todos de la marca Caterpillar:

Modelo	Cap. del cucharón (yd <sup>3</sup> )	Cap. del cucharón (m <sup>3</sup> )	Factor carga	Eficiencia de operación	Tiempo de ciclo	Rendimiento
CAT 931B	1	0.8 m <sup>3</sup>	1.00	40min/hr	2min	15 m <sup>3</sup> /hr
CAT 931B-B	1.25	1.0 m <sup>3</sup>	1.00	40min/hr	2min	19 m <sup>3</sup> /hr
CAT 943	1.5	1.2 m <sup>3</sup>	1.00	40min/hr	2min	23 m <sup>3</sup> /hr
CAT 953	2	1.5 m <sup>3</sup>	1.00	40min/hr	2min	31 m <sup>3</sup> /hr
CAT 963	2.5	1.9 m <sup>3</sup>	1.00	40min/hr	2min	38 m <sup>3</sup> /hr
CAT 973	3.75	2.9 m <sup>3</sup>	1.00	40min/hr	2min	57 m <sup>3</sup> /hr

Tabla 12 Traxcavos

Es apreciable en la tabla 14, que el equipo que da mayor eficiencia es el modelo 973 de Caterpillar, además el volumen del bote, permite llenar un camión de 7m<sup>3</sup> en 3 ciclos tomando en cuenta el abundamiento del material.

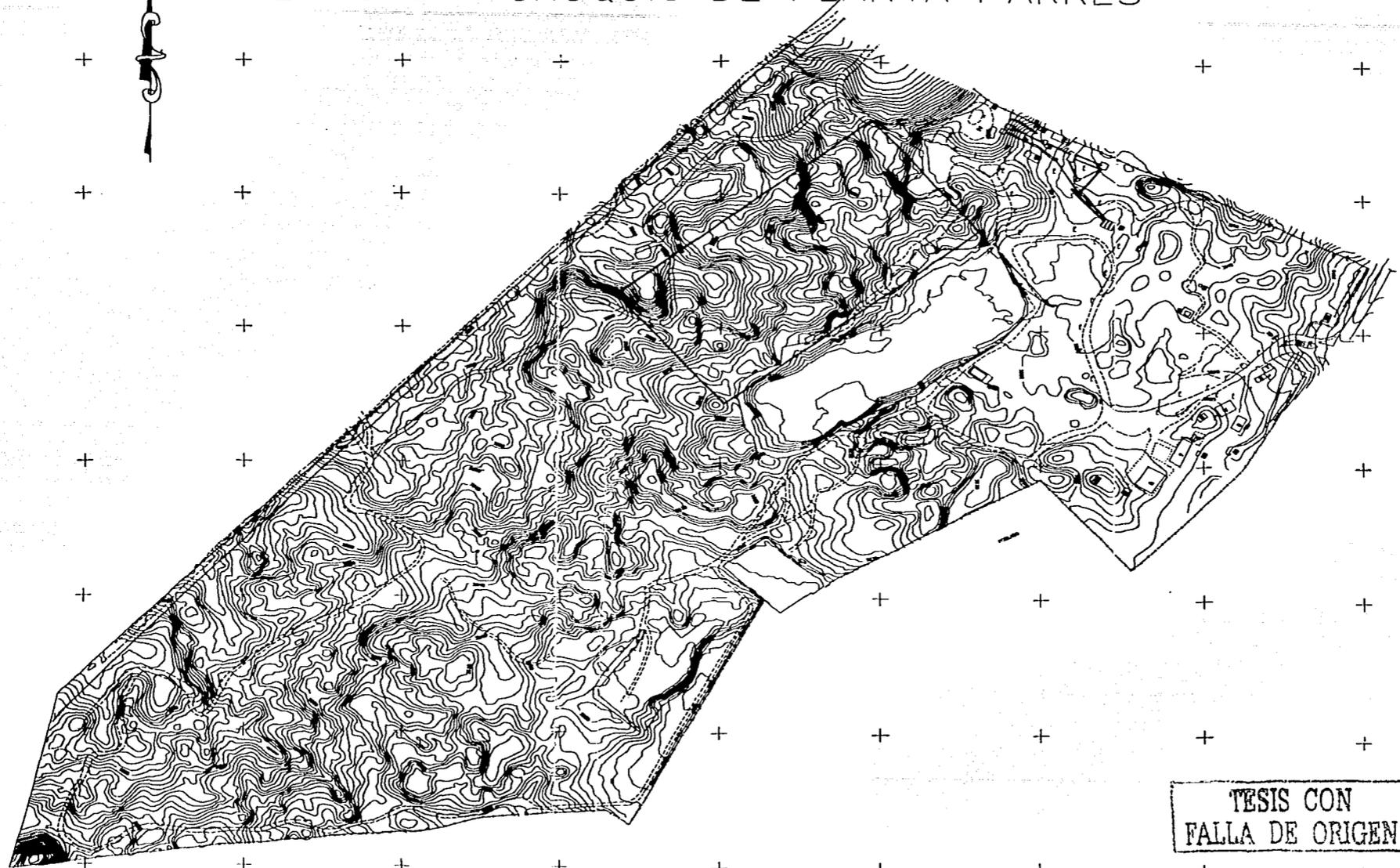
Con este rendimiento de 57m<sup>3</sup>/hr tarda 6 meses en despallar la superficie de un año. El resto del tiempo anual, este equipo estará alimentando las tolvas de la Planta de producción o realizando otros trabajos inherentes a la explotación del banco.

Cabe aclarar que estas consideraciones son hipotéticas, el equipo puede estar ocupado en las tareas que se requieran según las condiciones reales en campo.

El material producto de despalme es depositado en sitios destinados para su relleno dentro del área del banco, para ello el equipo de acarreo adecuado es un camión de volteo de 7m<sup>3</sup>, pues el volumen de material es bajo y un equipo de mayores dimensiones elevaría los costos, la distancia promedio a recorrer es de 1,500 metros, y se considera, que la velocidad es de 30kph.

Entonces un camión tarda 6min en hacer el recorrido y se considera que el ciclo básico de acomodado y descarga es de 25seg, por lo que el tiempo de ciclo es de 6.42min. con este tiempo de ciclo, el camión en una hora, puede hacer 9.35 recorridos, con el volumen de 7m<sup>3</sup>, el rendimiento de un camión es de 65m<sup>3</sup>/hr.

PLANO 01 CROQUIS DE PLANTA PARRES



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

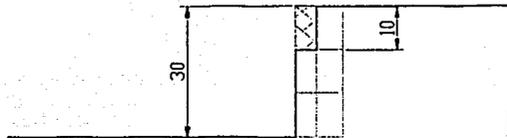
Se observa entonces que con un solo camión puede hacerse el trabajo de acarreo de material producto de despalme.

Para la habilitación de caminos de acceso al banco, se recomienda el uso de una motoconformadora, pero por el bajo volumen de material a acomodar, conviene rentar este equipo cuando sea necesario este tipo de trabajos.

#### 4.1.2 Selección del método de explotación.

Dentro de la clasificación de los depósitos minerales y sus materiales rocosos, el banco de Parres, cae en la categoría de *Rocas masivas*, el mejor método de explotación para este tipo de materiales es el denominado *Explotación de Canteras* el cual se hace con explosivos, obteniendo diversos grados de fragmentación según el tamaño del producto final deseado.

La forma en que actualmente se hace la explotación, la más recomendable, es la denominada *explotación de bancos ascendentes*, que consiste en explotar rebanadas del tajo a modo de llegar al fondo del yacimiento, estas "rebanadas" se hacen de 10 metros de profundidad, como se muestra en la figura 7.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Figura 7 Explotación de bancos ascendentes

En el plano 01 adjunto, puede verse el área de explotación, los caminos de acceso ya existentes y la ubicación física de los actuales equipos de trituración.

#### 4.1.3 Diseño de Voladura.

Para una buena voladura no basta seleccionar correctamente el explosivo, ya que es necesario conocer también el método de aplicación más

indicado para cada clase de trabajo, obteniéndose con ello una máxima eficiencia, la cual se traduce en menor costo de explotación.

Datos básicos para diseño de voladura:

Tipo de roca: Basalto

Velocidad ondas P: 5,600m/s

Velocidad ondas S: 3,050m/s

Densidad de la roca: 2.69gr/cm<sup>3</sup>

Altura de banco: 10m

Diámetro de barrenación: 7.62cm (3") (recomendado para explotaciones no mayores a 12m de profundidad<sup>8</sup>)

Es de uso generalizado en el diseño de un plantilla de barrenación, tomar como punto de partida las siguientes relaciones:

Bordo=30 veces el diámetro de barrenación.

Bordo=30x(7.62cm)= 2.3m

Espaciamiento= Bordo x 1.2

Espaciamiento=2.3x1.2= 2.8m

Sub - barrenación= bordo x 0.3

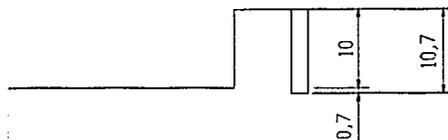
Sub - barrenación=2.3x0.3= 0.7m

Taco (T)= Bordo x 0.9

T= 2.3x0.9= 2.1m

Entonces la plantilla resultantes será:

2.3x2.8 (bordo/espaciamiento), con una profundidad de barrenación (PB) de 10.7m, un taco de 2.1m y una sub - barrenación de 0.7m (Fig.08)



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Figura 8 Profundidad de barrenación y sub barrenación

<sup>8</sup> Uso de explosivos en Ingeniería civil Fundación ICA, México 1997

Se usará una plantilla con patrón de barrenación a tresbolillo (Fig. 9), pues esta proporciona una cobertura más homogénea de la influencia del explosivo.

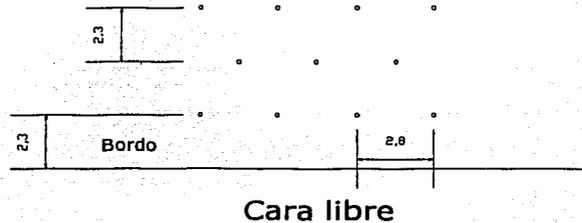


Figura 9 Patrón de barrenación

Para calcular el volumen de roca por barreno se usa la siguiente fórmula:

$$\text{Vol} = \text{Bordo} \times \text{espaciamiento} \times \text{altura de banco.}$$

$$\text{Vol} = 2.3 \times 2.8 \times 10 = 64.40 \text{ m}^3 \text{ de roca por cada barreno.}$$

La Longitud efectiva de barreno (LEC) se calcula:

$$\text{LEC} = \text{PB} - \text{T}$$

$$\text{LEC} = 10.7 - 2.1 = \underline{8.6 \text{ m}}$$

Como agente explosivo se usa AN/FO y como alto explosivo, se usa Hidrogeles en su presentación comercial se llama Emulgel2000, se usan estos explosivos por su alta eficiencia y su uso generalizado, además son comerciales en el país y existen en varias presentaciones y marcas. Las características de estos explosivos son:

Emulgel2000: densidad  $1.2 \text{ gr/cm}^3$   
 AN/FO: densidad  $0.86 \text{ gr/cm}^3$   
 Relación de carga: 20:80 (20% alto explosivo, 80% AN/FO).

$$\text{Factor de densidad (FD)} = (1.2 \times 0.2) + (0.86 \times 0.8) = 0.93 \text{ gr/cm}^3.$$

La carga de explosivo por metro (CE/m) se calcula

$$\text{CE/m} = \pi r^2 \times 100 \times \text{FD}$$

$$\text{CE/m} = 3.1416 \times (3.81^2) \times 0.93$$

$$\text{CE/m} = 4,241.14 \text{ gr/m}$$

$$\text{CE/m} = 4.24 \text{ kg/m}$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La carga total de explosivo por barreno (TEB)

$$TEB = LCE \times (CE/m)$$

$$TEB = 8.6 \times 4.24 = \underline{36.46kg}$$

La carga de alto explosivo por barreno (ALEB)

$$ALEB = TEB \times 0.2.$$

$$ALEB = 36.46 \times 0.2 = \underline{7.3kg}$$

La carga de agente explosivo por barreno (AGEB)

$$AGEB = TEB - ALEB$$

$$AGEB = 36.46 - 7.3 = \underline{29.19kg}$$

El Factor de carga (FC).

$$FC = TEB / vol$$

$$FC = 36.46 / 64.4 = 0.57kg/m^3$$

Estos datos son válidos como base de diseño para iniciar la explotación del banco, sin embargo, varían según las condiciones de campo, pues cada explotación es un caso especial que se deberá considerar particularmente para realizar las adecuaciones necesarias que generen los resultados óptimos.

Distribución de la carga en el barreno

La mayor resistencia dentro de un barreno se encuentra al pie del mismo y por eso es recomendable que la carga de alto explosivo (comúnmente llamado *cebo*) deba situarse en esta zona con un doble propósito; el primero consiste en iniciar confiablemente la columna de explosivo y el segundo en abatir la resistencia que se tiene el pie del barreno. Entonces la carga de cada barreno se muestra en la figura 10.

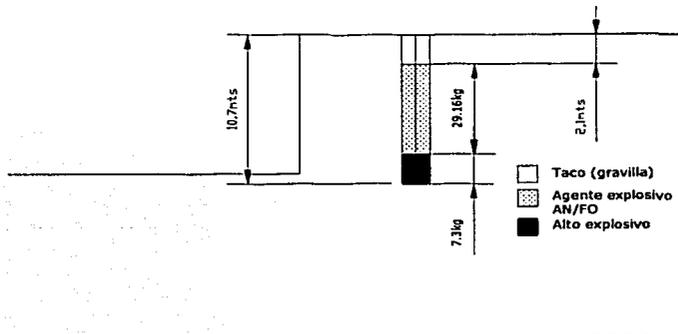


Figura 10 Carga de explosivos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Diseño de amarres y distribución de tiempos.

Para formaciones como las que se presentan en este cálculo, se decidió utilizar el sistema de *amarre de echelon cerrado* (Fig.11), porque se pretende que la carga quede apilada hacia el centro del banco y en lo que respecta al tiempo de retardo, se utilizarán iniciadores no eléctricos para reducir considerablemente el grado de vibraciones, pues muy cerca está la población de Parres.

El volumen de diseño, como ya se mencionó es de 5,700 toneladas, con un peso volumétrico de 2.69ton/m<sup>3</sup> esto es 2,119m<sup>3</sup> de roca, el volumen por barreno es de 64.4m<sup>3</sup>, entonces el número de barrenos es 33, distribuidos de la siguiente manera:

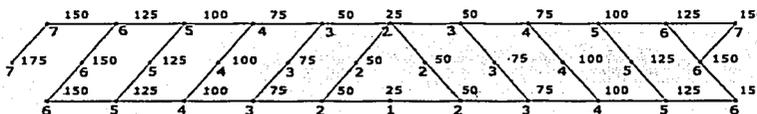
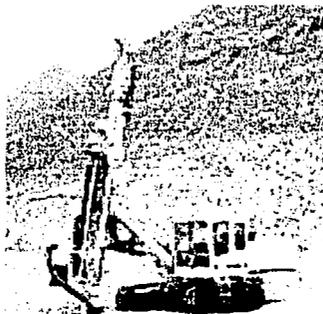


Figura 11 Diseño de amarres y distribución de tiempos

La numeración de la parte inferior de cada línea, corresponde a la nomenclatura adoptada por el fabricante, la otra numeración significa el tiempo de retardo en la voladura de cada uno de los barrenos en milésimas de segundo.

Para hacer el barreno que aloja al explosivo, es necesario contar con un equipo de barrenación, el más adecuado para este tipo de trabajos es el Track drill (Fig. 12) o barrenador hidráulico.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Figura 12 Track Drill

El fabricante Ingersoll Rand recomienda para este tipo de trabajos el modelo ECM660, el cual se adapta satisfactoriamente a las necesidades de barrenación del banco, pues está diseñado para barrenar diámetros de 3 a 4.5" en roca dura. Cuenta con un compresor integrado que produce 8.7m<sup>3</sup>/min de aire comprimido a 140psi. Dispone además con un sensor de estratos que optimiza la velocidad de perforación. Las especificaciones a detalle, se muestran en el anexo 2.

La velocidad de barrenación del equipo propuesto en el banco es de 0.3m/min, entonces un equipo tarda en promedio, 36min por cada barreno, el tiempo para hacer 33 barrenos es de 19.8hr y el jornal es de 8hr, se concluye que son necesarios 3 equipos de este modelo para cubrir las necesidades de esta voladura.

## 4.2 Movimiento de tierras.

El proceso de movimiento de tierras consta fundamentalmente de dos pasos: el primero es la carga del material producto de la voladura al equipo de acarreo, y el segundo es el acarreo del material en greña a la alimentación de la trituradora. Para ello es necesario determinar los equipos más adecuados para el volumen requerido de material y para reducir al mínimo los costos de producción, esto se logra eligiendo equipos, cuyo rendimiento sea acorde a los requerimientos del proyecto.

A continuación se detallan los procesos y se determinan los equipos propuestos para ambas etapas de este apartado.

### 4.2.1. Carga.

Una vez que el material está explotado del banco, es necesario cargarlo al equipo de transporte que lo llevará a la alimentación del equipo de trituración, para ello es necesario contar con equipo de carga.

El uso de cargadores frontales da soluciones modernas a problemas de acarreo y carga de materiales, gracias a su movilidad y rapidez, es posible reducir los costos de producción y mejorar los rendimientos de carga.

Los cargadores con descarga frontal son los más usuales, estos voltean el cucharón o bote hacia la parte delantera del tractor accionándolo por medio de gatos hidráulicos.

Su acción es basada en desplazamientos cortos y se usa para excavaciones en sótanos a cielo abierto, para la manipulación de materiales suaves o fracturados, en los bancos de arena, grava, arcilla etc. También se usan con frecuencia en rellenos de zanjas y en alimentación de agregados a plantas dosificadoras o trituradoras.

Esto deja como conclusión, la conveniencia de usar un cargador frontal como equipo de carga, bajo este razonamiento es necesario precisar el modelo que mejor se adapte a las necesidades del banco, para ello se hacen los siguientes cálculos.

Datos:

Capacidad requerida: 400ton/hr

Peso volumetrico del material explotado: 1.875ton/m<sup>3</sup>

Rendimiento requerido: 214m<sup>3</sup>/hr

Para obtener el rendimiento de un cargador frontal por medio de reglas y fórmulas, la forma es la siguiente:

$$\text{Rendimiento(m}^3\text{/hr)} = (\text{vol/ciclo}) \times (\text{ciclos/hora}).$$

El volumen por ciclo se calcula multiplicando un factor de carga particular para cada tipo de material a remover que para este caso vale 75%<sup>9</sup> por la capacidad nominal del cucharón, entonces.

$$\text{Vol/ciclo} = \text{capacidad nominal} \times 0.75$$

Para obtener los ciclos por hora se considera un eficiencia de operación de 40min/hr<sup>10</sup>, entonces se tiene que:

$$\text{Ciclos/hora} = (\text{eficiencia de operación}) / (\text{tiempo de ciclo}).$$

Para obtener el tiempo total de un ciclo, se considera lo siguiente.

Distancia de maniobra: 10m (radio de giro mínimo de un cargador grande)

Velocidad promedio 10kph

<sup>9</sup> CHAVARRI M. Carlos. *Movimiento de tierras T1* FUNDEC México 1990. P180.

<sup>10</sup> Idem p181

Con esos datos se obtiene:

<b>Tiempo básico</b>	25.0 seg
<b>Correcciones</b>	
Por material	2.4 seg
por montón	0.0 seg
diversos	3.0 seg
	30.4 seg
Tiempo de acarreo	10.8 seg
<b>Tiempo de ciclo</b>	<b>41.2 seg</b>
	<b>0.70min</b>

Entonces los ciclos por hora son 57.14; ahora, con estos datos, es posible obtener la capacidad nominal del cucharón despejando de la ecuación de rendimiento. De ahí se obtiene que el volumen del cucharón deberá de ser de  $4.99m^3$ , esto en el sistema inglés<sup>11</sup> es  $6.53yd^3$ .

A continuación se muestra un lista de equipos que se adaptan a los resultados obtenidos:

Marca	Modelo	Capacidad del cucharón
Caterpillar	988C	7.0 yd <sup>3</sup>
TEREX	90C	7.5 yd <sup>3</sup>
Trojan	7500	7.5 yd <sup>3</sup>
KAWASAKI	KSS1102	7.5 yd <sup>3</sup>
Komatsu	WA600-1	7.1 yd <sup>3</sup>
CLARK	280C WHELL	
MICHIGAN	DOZER	7.0 yd <sup>3</sup>

Tabla 13 Equipos de carga.

El equipo más recomendable es el cargador frontal de Caterpillar modelo 988C (Fig 13), debido a la facilidad de conseguir refacciones en el país sin necesidad de importarlas y a los servicios que brinda el fabricante como son mantenimiento y asesoría a usuarios.

Dos aspectos importantes a mencionarse son: después de la voladura una cantidad de material queda en fragmentos muy grandes, que no entrarían en la alimentación del equipo de trituración y utilizar un solo equipo representa muchos riesgos, pues se detendría todo el proceso en caso de descompostura del mismo.

Para solucionar simultáneamente estos problemas, se propone usar una retroexcavadora, la cual por características hace la fragmentación con un martillo hidráulico y la carga del material en greña con el cucharón. La selección del modelo se describe a continuación.

<sup>11</sup> La capacidad de los equipos comerciales, se expresa en yardas cúbicas, motivo de la conversión

El criterio de selección, se hace partiendo de las necesidades de carga , con el propósito de reemplazar al cargador en caso se descompostura o paro por mantenimiento; sin embargo, la función continua de este será la de fragmentación de roca con su herramienta de martillo hidráulico.

Escoger la retroexcavadora correcta para un trabajo específico de remoción de tierras, es tanto una ciencia como un arte: *una mezcla de experiencia práctica, evaluación sistemática y sentido común.*<sup>12</sup>

La selección de una retroexcavadora, involucra la consideración de varios factores difíciles de estimar, por ello la selección se hace por medio de tablas proporcionadas por fabricantes de estos equipos. El criterio es el siguiente:

$$Pr oducción\ horaria = producción\ horaria\ aproximada \times I \times II \times III \times IV$$

donde:

- I. Factor de eficiencia de trabajo. 0.807
- II. Factor de profundidad de corte. 0.75
- III. Factor por giro de ángulo. 1.00
- IV. Cargabilidad del material 0.80

La producción horaria, debe ser igual a la requerida del proyecto, es decir 214m<sup>3</sup>/hr, sustituyendo y despejando de la ecuación:

$$producción\ horaria\ aproximada = \frac{214}{0.807 \times 0.75 \times 1.00 \times 0.8} = 442 \frac{m^3}{hr}$$

El volumen del cucharón obtenido de las tablas proporcionadas por el fabricante es de 8.7m<sup>3</sup>(11.5yd<sup>3</sup>)<sup>13</sup>, con este dato, se analizan los siguientes equipos.

Marca	Modelo	Capacidad del cucharón	
Caterpillar	5130ME	10.5m <sup>3</sup>	13.7yd <sup>3</sup>
Komatsu	PC1400	9.5m <sup>3</sup>	12.4yd <sup>3</sup>
Terex	RH90C	10.0m <sup>3</sup>	13.1yd <sup>3</sup>

Tabla 14 Retroexcavadoras

Estos equipos mencionados, son los que más se acercan a los resultados obtenidos, la selección, para este proyecto es el de la marca Caterpillar modelo 5130ME(Fig 14), por las razones mencionadas anteriormente.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

<sup>12</sup> ídem p.249

<sup>13</sup> ídem p258 y 259



Figura 13 Cargador frontal



Figura 14 Retroexcavadora

#### 4.2.2 Acarreo

Para determinar los rendimientos y equipos de acarreos que se adapten a este proyecto, se hizo un promedio de las distancias a recorrer, para con ello poder obtener el tiempo de ciclo, desde la carga hasta el vaciado y el regreso a la zona de carga. En el croquis anexo, puede verse la ruta y las distancias que se consideraron, los datos completos se muestran a continuación:

Por limitaciones en las dimensiones en la alimentación de la planta de trituración, es conveniente usar solo camiones fuera de carretera de aproximadamente 30ton., pues de mayor dimensiones saturarían la alimentación y ocasionaría retrasos y tiempos muertos innecesarios.

Distancia promedio a recorrer 550m

Velocidad promedio 30kph

No	Maniobra	tiempo
1.	Tiempo fijo	1.7min
2.	Carga	1.25min
3	Viaje ida	1.5min
4.	Viaje Regreso	1.5min

**Total en minutos 6min**

Se considera una eficiencia de operación de 50min/hr para este proceso, entonces la tasa de ciclos por hora es de

$$50/6=8.33\text{ciclos/hr}$$

$$\text{Rendimiento} = ((30/1.875)*0.75)*8.33=99.96\text{m}^3/\text{hr}$$

$$\text{Rendimiento} = 100\text{m}^3/\text{hr}$$

El número de equipos será de 3 unidades de 30 toneladas.

A continuación, se enlistan los equipos con las características requeridas.

Fabricante	Modelo	Capacidad
Caterpillar	771D	37 ton
Terex	TR35	32 ton
Komatsu	HD325-6	44 ton

Tabla 15 Equipos de acarreo

El modelo 771D de Caterpillar (Fig.13) de ajusta aceptablemente a los requerimientos, es por ello que se decide seleccionar ese equipo para este proyecto.

### 4.2.3 Operaciones auxiliares

Dentro de las operaciones auxiliares, se contemplan acarreo cortos, carga auxiliar de material, habilitado de rampas de acceso a la cantera, habilitado de caminos de acceso a los nuevos frentes de explotación y otros movimientos de material y equipo que pueden presentarse en campo. Para todas estas operaciones se considera el siguiente equipo auxiliar:

- Retroexcavadora cargadora modelo 446B de Caterpillar

El traxcavo mencionado en el apartado de despalme, se considera para realizar además operaciones auxiliares.

### 4.3 Trituración.

La trituración es el proceso por el cual se convierte la roca de fragmentos grandes a fragmentos del tamaño requerido, según el tipo de mezcla a producir, la granulometría usada para la planta es de 3/4" a finos.

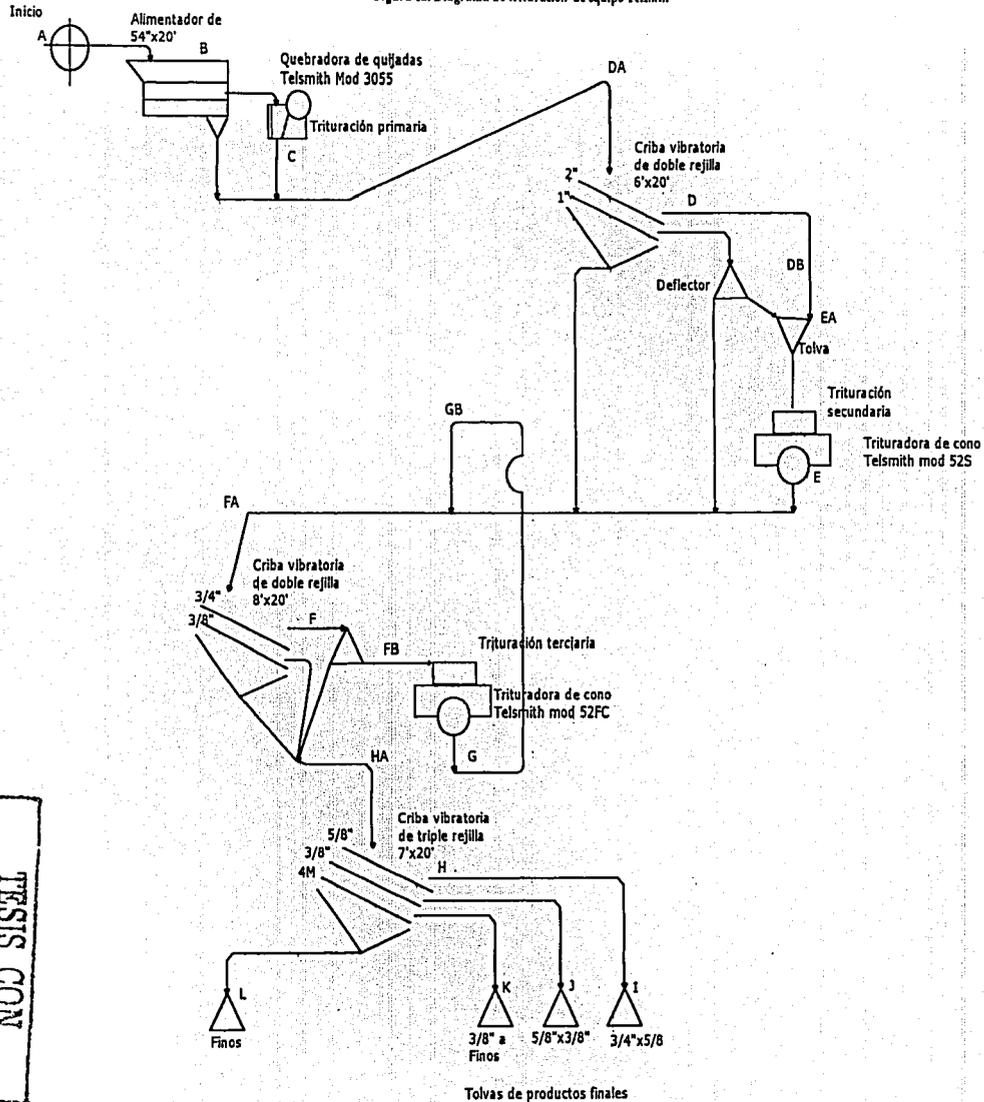
Este proceso de trituración consta de tres etapas; la primaria, que se hace con una quebradora de quijadas y las secundarias y terciarias usando trituradoras de cono.

Para satisfacer la demanda se requiere que el volumen de trituración, sea de 400ton/hr. El grado de trituración requerido para la mezcla asfáltica es hasta terciario.

Bajo estas consideraciones, se muestra a adjunto un diagrama de flujo de una planta de la marca Telsmith (Fig 15) diseñado por el fabricante específicamente para las necesidades de la Planta de Asfalto.

Aquí el material en greña es llevado y depositado en un alimentador vibratorio(A), donde se separa el material de menor tamaño y el resto pasa al proceso de trituración primaria (B y C). Una vez que pasó por el primer proceso, el material es llevado por bandas transportadoras a una criba de doble tamiz, donde se separa el material mayor de 1" y 2" (DA y D), el material mayor a 2" se lleva directamente a trituración secundaria, mientras el de 1" es llevado a un deflector, de donde el 30% del material (para obtener la

Figura 15. Diagrama de trituración de equipo Telsmith



**TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN**

SIA

granulometría deseada), se lleva al proceso secundario y el 70% restante continúa el proceso junto con lo que ya se separó en la criba D y lo que pasa por el secundario.

Después el material es llevado a otra criba de doble tamiz (FA) donde se separa el material mayor a 3/4" y 3/8", ahí el material retenido en el tamiz de 3/8" continúa el proceso hacia una tercera criba de triple tamiz (HA) donde es separado en sus productos finales (H, I, J, K y L) y llevado a tolvas habilitadas para su almacenamiento y distribución, mientras que el material retenido en el tamiz de 3/4" pasa por un deflector (F), donde se desvía el 70% del material hacia el proceso terciario, el otro 30% pasa a hacia el final del proceso.

Todo el material que pasa por el proceso terciario, se reintegra al proceso (GB), para ser clasificado y llevado hacia el final.

El equipo mostrado en el diagrama, tiene una capacidad de 500ton/hr, con lo cual, es posible satisfacer la demanda proyectada

Para controlar los volúmenes que se explotan y se trituran se propone el uso de una báscula electrónica, misma que se describe en la última parte de este capítulo.

#### **4.4 Transporte.**

El proyecto, contempla la producción de material triturado a una capacidad de 400 ton/hr. El tiempo máximo de operación es de 14 hrs continuas a partir de las 8:00 hrs.

##### **Ruta**

La ruta más conveniente para el transporte de material pétreo triturado del banco de Parres a la Planta ubicada en Avenida de la Imán es la carretera Federal México - Cuernavaca. A partir de la intersección de la carretera federal con la autopista, continuar por el Viaducto Tlalpan hasta el trébol que conecta con el Boulevard Adolfo Ruíz Cortínez; proseguir por la lateral de está vía hasta la avenida Estadio Azteca y continuar por esta hasta avenida del Imán.<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup>COPLAIN Proyecto de la Planta de Materiales pétreos triturados Programa de tiempos y movimientos 1994.



Figura 16 Ruta de transporte del material obtenido en el banco de Parres

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Tiempo de maniobras.

<b>Maniobras en la planta de materiales pétreos.</b>	
Tiempo de carga	6 min
Tiempo de pesado	10 min
Tiempos muertos	5 min
<b>Tiempo de maniobras</b>	<b>21 min</b>
<b>Maniobras en Planta de Asfalto</b>	
Tiempo de descarga	6min
Tiempo de pesado	10 min
Tiempo muertos	5 min
<b>Tiempo de maniobras</b>	<b>21min</b>
<b>Tiempo total de maniobras</b>	<b>42 min</b>

**Determinación del Número de camiones requeridos.**

Para el cálculo del número de camiones requeridos al día se realizó una simulación que proporcionó el siguiente modelo<sup>15</sup>:

$$N = \frac{P}{C} \left[ T_r + T_m - \frac{C}{P} \right] + 1$$

Donde:

N; número de camiones de capacidad C requerido al día.

P; producción en ton/hr

C; Capacidad de carga de los camiones (toneladas).

Tr; Tiempo medio del recorrido en viaje redondo (horas)

Tm; Tiempo medio total de maniobras (horas)

Las capacidades comerciales de los camiones son de 10, 20 y 30 toneladas.

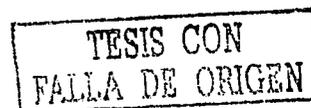
El tiempo de recorrido para la ruta seleccionada es de 47 min por cada dirección de recorrido en las condiciones más desfavorables.<sup>16</sup>

Con base a la ecuación y con los datos mencionados, se obtuvieron los siguientes resultados.

	Producción	Capacidad de los camiones		
		10 ton	20 ton	30 ton
		Número de camiones		
Proyecto	400 ton/hr	91	45	30

Se recomienda usar únicamente camiones de 30 toneladas, esto con el objeto de usar el menor número de camiones y no afectar de manera importante en tránsito por la carretera.

<sup>15</sup> Idem  
<sup>16</sup> Idem



### 4.5 Producción de mezcla en caliente.

La producción de mezclas asfálticas en caliente consiste en mezclar material pétreo seco con asfalto líquido a una temperatura de 140°C, para esto existen plantas de mezclado, las cuales pueden producir el producto en forma continua o por lotes.

Para la producción de mezcla asfáltica en caliente, la mejor alternativa es la producción continua, con almacenamiento en silos. El almacenamiento en silos, ofrece la ventaja de tener un stock de mezcla en buenas condiciones y a temperatura adecuada para su uso.

La producción continua consiste en alimentación de material pétreo con tolvas de alimentación.

El material pétreo es llevado con bandas a un secador rotatorio, una vez seco el material se mezcla con asfalto y se lleva con un elevador de cangilones al silo de almacenamiento (Fig. 17).

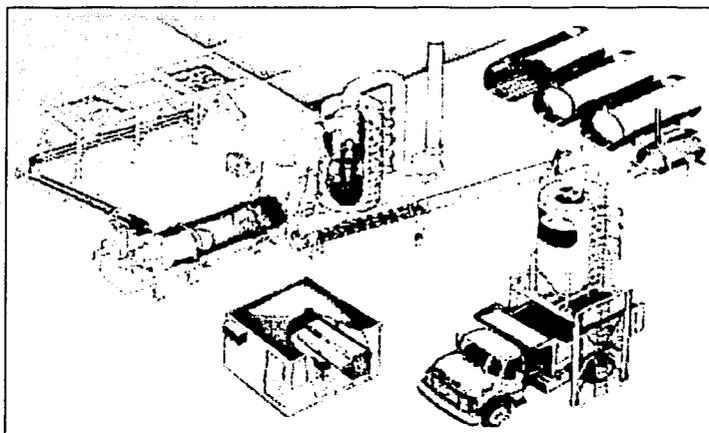


Figura 17 Producción continua de mezclas asfálticas

Existen varios fabricantes de plantas de asfalto, que ofrecen equipos con tecnologías de punta y capacidades adecuadas para este proyecto. Con el objeto de contemplar varias alternativas, se analizaron plantas de los siguientes fabricantes:

Nombre del Fabricante	Modelo	Capacidad
Astec	RDB-400T	400tph
Gencor	Gencor 450	450tph
CMI	STD-400	400tph

Después del análisis comparativo (mismo que puede verse en el anexo 2), la planta que mejor se adapta es la que fabrica GENCOR, pues integra

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

tecnologías de captación de humos y que reducen las emisiones contaminantes.

### **Características Generales**

Planta de Asfalto de la línea *GENCOR* tipo estacionaria, con capacidad para producir 450 TMPH (toneladas métricas por hora), esta planta incorpora hasta 50% de materiales reciclados.

### **Tambor secador.**

Esta Planta utiliza un solo tambor secador con tecnología de mezclado en contraflujo, que incorpora cuatro tipos diferentes de aletas atornilladas para la facilidad de mantenimiento y reemplazo en su interior, permite incorporar hasta 50% de reciclados, el tambor ultradrum500 de 10'8" diámetro de 50' con mando por medio de muñones de 20" de diámetro movidos por cuatro motores de 50 h.p.

Está equipada con una tolva de alimentación de agregados pétreos, una bomba de desplazamiento de 15hp para alimentación de cemento asfáltico, cuenta además con un medidor de flujo de masa que ajusta automáticamente a la variación de la viscosidad debida a adición de asfaltos modificados y polímeros; cuenta además, con una bomba de 75hp para alimentación de combustible.

Esta planta incorpora en el interior del secador un extractor de humos azules producto del contacto del agregado caliente y el asfalto con un motor de 25 h.p, estos humos son capturados y conducidos a través de una línea interna a las unidades de secado para ser reutilizados como combustible, esto permite mayor eficiencia en el combustible y menor costo de producción.

El tambor cuenta con un collar para la alimentación de reciclados que permiten utilizar hasta el 50% de la capacidad operativa del equipo.

### **Quemador.**

El Quemador Gencor Ultra II sirve para uso de gas o combustibles líquidos, tiene una capacidad de  $150 \times 10^6$  BTU, está diseñando para disminuir los niveles de monóxido de carbono y óxidos nitrosos.

Cuenta con dos motores para introducir el 100% de aire, ahorrando con esto hasta el 8% en consumos de energía y reduciendo las pérdidas de energía, todo esto utilizando una cámara de combustión con material refractario.

Reduce las pérdidas de energía, al utilizar dos motores para introducir el 100% de aire, ahorrando hasta 8% en consumos utilizando cámara de combustión con material refractario. Al estar encerrado el quemador en el tambor mezclador es menos ruidoso que los utilizados en cielo abierto, cuenta con aletas integrales de modulación de aire para control optimo del aire primario de combustión; ventilador integral de 10,000 pies cúbicos por minuto con motor de 150hp., diseñado para operar a altas elevaciones sobre el nivel del mar; sistema de ajuste en la forma de la flama mientras el quemador esta en operación; bomba; de alimentación de combustible de alta presión; control

automático de operación para medición de temperatura, control de combustión (aire y combustible); detección avanzada por humedad o cambio de carga en el tambor que permite corregir el rango de calor generado; compensación automática por variación de flujo de masa; indicador de temperatura de gases de salida del tambor con límite máximo; medidas de rango del quemador en porcentaje, medidor y control de aire, para probar tanto el quemador como la salida de gases; grabación en papel de la grafica de la temperatura de la mezcla.

### **Transportador, elevador de rastras y silos de almacenamiento.**

Elevador inclinado de Rastras de 450 toneladas por hora de capacidad, de 81' de largo para alimentación de silos, equipado con sistema de limpieza y rechazo, mando con motor de 100hp, los transportadores (elevador) de rastras son los mas pesados en la industria, están garantizados para manejar dos millones de toneladas de mezcla asfáltica con carga de ruptura de 350,000 lbs.

Transportador de transferencia entre los silos de 450 toneladas por hora de capacidad, montado en la parte superior de los silos con motor de 30hp:

Los silos de almacenamiento de mezcla caliente de 180 toneladas de capacidad cada uno, equipados con compresor rotatorio de 30hp, sistema de prevención de la segregación del material, sistema de calentamiento con aceite térmico en el cono de descarga, el cual cuenta con doble compuerta de almeja en la descarga de la mezcla para mayor seguridad en caso de fallas del compresor, no totalmente cerrado y aislado con fibra de vidrio de 4' de espesor para conservar la temperatura mayor tiempo.

### **Colector de polvos con sistema anticontaminante.**

Colector primario de polvos localizado sobre el collar de reciclaje que reduce la cantidad de polvo que entra hacia la casa de bolsas hasta en un 50% este colector esta construido en placa de acero 3/16" de espesor, los ductos de retorno se fabrican sobre diseño conforme el lugar de operación.

Casa de bolsa estacionaria modelo CF-182 con capacidad de inducción de 89,217 pies cúbicos por minuto de aire, equipado con 1050 bolsas elípticas de 7' 2" de longitud, área total de filtrado de 18,134 pies cuadrados y ventilador 542 BWS con dos motores de 15hp las medidas de fabrica son 11.84 metros de largo, 4.78 de ancho.

Sistema de remoción de polvos consistente en tornillos sin fin de 16" de diámetro con motor de 20hp, puerto de calibración y válvula de alimentación situada en el collar de reciclaje.

La casa de bolsas Gencor ultrafljo utiliza el sistema más avanzado, ya que no utiliza aire comprimido para la limpieza de las bolsas, por lo que requiere menos mantenimiento.

### **Sistema de Inyección, calentamiento y tanques de almacenamiento de asfalto.**

Utiliza como estándar en todas sus plantas un medidor de flujo de masa, que compensa la variación de la viscosidad automáticamente y mantiene la preescisión de inyección de la cantidad de asfalto en la mezcla asfáltica, aun utilizando asfaltos modificados y polímeros, los tanques de almacenamiento están aislados térmicamente con una capa de 4" de espesor de fibra de vidrio manteniendo una temperatura en los tanques por un tiempo mayor, equipado con bomba de descarga de 15hp y tubería de descarga de 3" de diámetro, calentador de aceite térmico con sistema de calentamiento de espiral Helicoidal, montado en los tanques de almacenamiento, capacidad de 2 millones de BTU equipado con tanques de expansión de 100 galones.

### **Sistema de alimentación de agregados.**

Cinco Tolvas para materiales pétreos, fabricadas con placa de 1/4" de espesor, de 10 por 14" con bandas alimentadoras individuales de 30" por 7'6" cada una con 30 toneladas de capacidad colmadas, equipadas con motores de 5hp las tolvas están listas para ser colocadas en bases de concreto. La banda colector de alimentación de agregados vírgenes de 36" de ancho, cuenta con una extensión que le permite descargar los agregados hasta una altura de 5.5 metros, y es movida por un motor de 15hp.

El transportador de alimentación al tambor es de acero estructural y mide 36" de ancho por 75" de largo, equipado con sistema de pesaje y es movido por un motor de 25hp con criba de paso simple accionado por motor de 15hp.

Derivador de material accionado por motor eléctrico de 5hp.

Para alimentar este sistema, se requiere usar un cargador frontal, el cual por sus características es el equipo adecuado para esta tarea.

Para determinar las dimensiones del equipo, se usan los criterios de selección usados en las tareas de carga y acarreo de material producto de explotación.

Capacidad requerida: 400ton/hr

Peso volumétrico del material triturado: 1.4ton/m<sup>3</sup>

Coefficiente de abundamiento: 1.16

Rendimiento requerido: 286m<sup>3</sup>/hr

Para obtener el rendimiento de un cargador frontal por medio de reglas y fórmulas, la forma es la siguiente:

$$R = \frac{\text{vol}}{\text{ciclo}} \times \frac{\text{ciclos}}{\text{hr}} \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{hr}} \right]$$

El volumen por ciclo se calcula multiplicando un factor de carga particular para cada tipo de material a remover que para este caso vale 90%<sup>17</sup> por la capacidad nominal del cucharón, entonces:

$$\text{Vol/ciclo} = \text{capacidad nominal} \times 0.90$$

Para obtener los ciclos por hora se considera un eficiencia de operación de 50min/hr<sup>18</sup>, entonces se tiene que:

$$\text{Ciclos/hora} = (\text{eficiencia de operación}) / (\text{tiempo de ciclo}).$$

Para obtener el tiempo total de un ciclo, se considera lo siguiente.

Distancia de maniobra: 10m (radio de giro mínimo de un cargador grande)

Velocidad promedio 10kph

Con esos datos se obtiene:

Tiempo básico	25.0seg
<b>Correcciones</b>	
Por material	2.4seg
por montón	0.0seg
diversos	3.0seg
	30.4seg
Tiempo de acarreo	10.8seg
<b>Tiempo de ciclo</b>	<b>41.2seg</b>
	<b>0.70min</b>

Entonces los ciclos por hora son 71.43, con estos datos, es posible obtener la capacidad nominal del cucharón despejando de la ecuación de rendimiento de ahí se obtiene que la el volumen del cucharón deberá de ser de 4.45m<sup>3</sup>, esto en el sistema inglés<sup>19</sup> es 5.82yd<sup>3</sup>.

A continuación se muestra un lista de equipos que se adaptan a los resultados obtenidos:

Marca	Modelo	Capacidad del cucharón
Caterpillar	972G	6 yd <sup>3</sup>
TEREX	80C	5.5 yd <sup>3</sup>
Trojan	5500	6 yd <sup>3</sup>
KAWASAKI	KSS95Z	6 yd <sup>3</sup>
Komatsu	WA500-1	5.9 yd <sup>3</sup>

<sup>17</sup> CHAVARRI M. Carlos. *Movimiento de tierras TI* FUNDEC México 1990. P180.

<sup>18</sup> Idem p181

<sup>19</sup> La capacidad de los equipos comerciales, se expresa en yardas cúbicas, motivo de la conversión



El equipo que mejor se adapta es el de Caterpillar, modelo 972G.

### **Caseta de control**

Es una caseta dividida en dos áreas, la primera para sistemas y controles, la otra para arrancadores de los motores de 12" de ancho por 30" de longitud con ventanas en los cuatro lados para tener excelente visibilidad, con aire acondicionado y todos los sistemas de control.

El área del operador equipada con control del proceso, control de quemador, indicadores de la combustión, control de descarga de los silos, indicadores de la cantidad de mezcla almacenada, controles para los agregados, reciclados, control automático de inyección de asfalto, teléfono y aire acondicionado.

## Consideraciones relevantes

Los tambores están fabricados de acero INX50 de calibre 3/4" de espesor de 50,000 lbs de resistencia a la fatiga y 65,000 lbs de resistencia a la tensión. Utiliza vigas de mayor peso con el objeto de brindar una estructura robusta y libre de cualquier problema de flexión para soportar 5,000 lbs por pie cuadrado. Gencor ofrece con esto equipos para trabajo pesado con el 10% de mayor peso que cualquier otro fabricante.

Las plantas Gencor han ganado premios otorgados por la NAPA (Asociación Nacional de Productores de Asfalto) por fabricar las plantas de asfalto menos contaminantes en Estados Unidos.

## 4.6 Control de Calidad.

El control de calidad es una parte importante, no solo de procesos de producción de mezclas asfálticas, sino en cualquier proceso productivo. Aquí se da seguimiento a las normas nacionales e internacionales.

En la producción de mezclas asfálticas, es necesario garantizar la calidad de los insumos (materiales pétreos y el asfalto) y del producto final que es la mezcla asfáltica, para ello se necesita instrumentar un control de calidad que abarque los productos mencionados.

Actualmente la planta cuenta con un espacio físico destinado a laboratorio de control de calidad y se considera que será el mismo que alojará a este proyecto.

Los objetivos del control de calidad son los siguientes:

- Mantenerse completamente informado sobre las innovaciones e investigaciones relacionadas con los diferentes tipos de materiales y tecnologías relacionadas con la producción de mezclas asfálticas.
- Supervisar las actividades de operación en los conjuntos de trituración y plantas productoras de mezcla asfáltica, para que los productos reúnan las condiciones de calidad requerida.
- Hacer muestreo y pruebas que garanticen la calidad especificada en materias primas y productos finales.
- Filtrar toda materia prima y producto terminado, que no cumpla con las especificaciones de calidad.

Las pruebas de calidad a realizar para lograr el objetivo de calidad se enuncian a continuación.

Las normas y los procedimientos utilizados son los marcados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y las Sociedad Americana para Pruebas de Materiales (ASTM).

### 4.5.1 Materiales pétreos.

- Prueba de desgaste de Los Ángeles. (desgaste y abrasión)
- Afinidad con asfalto. (desprendimiento por fricción y método inglés)

- Granulometría del material triturado
- Cuarteo
- Equivalente de arena
- Pesos volumétricos y densidad
- Dureza
- Pruebas de humedad

El equipo necesario para la correcta realización de las pruebas mencionadas es el siguiente:

1. Equipo para la prueba de desgaste de Los Ángeles
2. Durometro
3. Tamizador Rotap
4. Balanza con capacidad de hasta 20kg y sensibilidad de 1gr
5. Espátulas (varios tamaños)
6. Calibrador de espesores para partículas lajeadas
7. Anillo y cono para pruebas de permeabilidad
8. Equipo para determinación de equivalente de arena
9. Juegos completos de tamices (3)

#### **4.5.2 asfalto.**

- Viscosidad
- Densidad y gravedad específica
- Ductilidad
- Penetración
- Punto de inflamación y combustión
- Pruebas de solubilidad
- Destilaciones

#### **4.5.3 Mezclas asfálticas.**

- Densidades y pesos volumétricos
- Cuarteo
- Pruebas mecánicas por el método Marshall
- Disgregación de muestras
- Extracción de corazones para determinación de propiedades mecánicas
- Preparación de especímenes
- Lavado, secado y tamizado de muestras
- Clasificación de muestras
- Diseño de mezclas asfálticas por método Marshall
- Determinación rápida de contenido de asfalto

Los equipos y material de laboratorio necesarios se mencionan en la siguiente lista.

1. Horno para determinar el contenido de asfalto en muestras
2. Prensa de compresión Marshall
3. Extractor de corazones c/planta eléctrica
4. Viscosímetro Brookfield
5. Horno secador
6. Agitador mecánico para prueba de desprendimiento por fricción
7. Balanza con aproximación de 0.01g y capacidad de 5kg
8. Bandejas circulares para mezclas de prueba
9. Material de vidrio para determinaciones
10. Parrillas y mecheros
11. Compactador Marshall
12. Rotomartillo para extracción de muestras de pavimento
13. Penetrómetro
14. Termómetros varios
15. Cuarteadores
16. Reactivos y varios combustibles
17. Pirómetros con rayo infrarrojo

Cabe mencionar, que todo el material que no cumpla con las especificaciones será rechazado y transportado por camiones de volteo al lugar indicado como destino final, o será usado en mejoramiento de materiales para usos diversos; para esto se considera necesario el uso de camiones del volteo para el acarreo de dichos materiales rechazados por no cumplir las normas.

#### **4.7 Distribución y pesado.**

El último proceso en la producción de mezclas asfálticas, es el de distribución y pesado, aquí la mezcla es llevada en camiones de volteo (previamente pesados vacíos) hacia una bascula, con el objeto de determinar la cantidad de mezcla que se está suministrando.

Una vez determinado el peso, la mezcla es distribuida a las obras donde es utilizada.

El equipo adecuado para un pesado confiable es una báscula electrónica como la que se describe a continuación:

Báscula camionera totalmente electrónica 80ton. de capacidad, para instalarse sobre la superficie.

Capacidad:	80ton.
Graduación Mínima:	10Kg.
Dimensiones:	21.33 x 3.05 m. (70" x 10")
Número de Celdas:	10
Número de Secciones:	5
Capacidad Seccional:	40ton.

### **Equipo y Accesorios.**

Puente de carga de acero estructural tipo ASTM-A36 de alta resistencia, para recibir plataforma de concreto. No requiere de estabilizadores de acero, debido a que los montajes utilizados son autoalineables y corrigen los desplazamientos de la bascula por exceso de movimiento ocasionado por los camiones.

Celdas de carga hermética sellada, con capacidad de 65000lb.

Montaje para celdas de carga tipo doble eslabón, que permite el libre movimiento de la plataforma, evitando cargas transversales para protección de la celda.

Caja de sumarización y ecualización en aluminio fundido para 10 celdas de carga, con protección para picos de voltaje, ajuste individual por celda y sección.

Indicador digital de peso programable, de estado sólido tipo microprocesador con display de 0-80000 Kg. y graduaciones mínimas de 10kg. Incluye mantenedor automático de cero para compensar el peso muerto de agua, tierra, y otros; detector de movimiento en exceso y que le permita imprimir cuando el movimiento quede dentro del rango permisible prefijado. Teclado para "CERO", "NETO" "BRUTO", "TARA" e "IMPRIMIR". Teclado numérico para introducir identificación de camiones hasta seis dígitos; calcula automáticamente el peso neto, memoria no volátil para almacenar el peso de hasta 50 camiones sin pérdida de información por falla de energía eléctrica; señales de salida de 20 mA, current loop, impresora y computadora. Alojado en caja sellada tipo Nema 4X de acero inoxidable, para fijarse en mesa o pared.

Impresora de boletos tipo Dot Matrix para imprimir en original y hasta tres copias de los siguientes datos:

- Peso bruto, tara y neto,
- Hora y fecha de entrada y salida de vehículos
- Numero de identificación o placas de vehiculos.

Nota: Si en la bascula se usa un sistema de computo, esta impresora puede ser conectado al puerto serial y los datos impresos serán los que la computadora envíe.

PC-300 Regulador automático de voltaje grado computadora de 300 VA. marca Sola.

Accesorios (tornillería, condulets, conectores, tubo, licuatite, cable blindado para interconexión señal celdas de carga con el indicador de peso, cable para tierra, etc.) DT210 Terminal de datos, fabricado en Estados Unidos de América.

## 5. Estudio de Organización de Proyecto.

En este capítulo, se analizan los aspectos referentes a la organización del proyecto desde el punto de vista de recursos humanos requeridos, considerando el marco jurídico que lo regula.

El estudio de organización se diseña para adecuarse a un correcto marco jurídico, para optimizar los recursos humanos y así optimizar los costos de producción y administración.

### 5.1 Marco Jurídico; Proyecto de descentralización.

Las instalaciones objeto de estudio están contempladas por el GDF para ser un organismo descentralizado, según señala el Artículo 45 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal dice:

*Son organismos descentralizados las entidades creadas por ley o decreto del Congreso de la Unión o por decreto del Ejecutivo Federal, con personalidad jurídica y patrimonio propios, cualquiera que sea la estructura que adopten.*

En razón de lo expuesto es aplicable a las instalaciones del GDF, en ausencia de reglamentación local para esta modalidad de administración.

Bajo este marco jurídico, la Planta tendría la libertad y el patrimonio para organizarse eficientemente y administrar sus recursos de manera conveniente, lo que se traduce en términos laborales, que puede seleccionar libremente al personal que requiera, sin tener influencia los contratos colectivos de trabajo vigentes, el personal que labore dentro de la Planta tendrían el derecho de asociarse libremente, creando cualquier tipo de asociación laboral o sindical.

El Gobierno del Distrito Federal, prevé la descentralización de la Planta de Asfalto, por las siguientes consideraciones:

- Se observa que la producción de mezcla asfáltica para la construcción, rehabilitación y mantenimiento de las vialidades es prioritaria para el funcionamiento de la Ciudad, como se ve en el capítulo I.
- Que la operación de la Planta de Asfalto del Distrito Federal, en su situación actual, no es sostenible en el mediano plazo, por su antigüedad y el estado de mantenimiento, entre otros aspectos, y que si se cerrara definitivamente se presentaría el riesgo de aumentos desmedidos en los precios de mezcla asfáltica, dada la actual estructura de la industria de los materiales de pavimentación en el Valle de México; como se vio en los capítulos II y III.
- Es recomendable la reestructuración jurídica y administrativa de la planta que hoy opera como órgano desconcentrado del Gobierno del Distrito Federal, convirtiéndola en un organismo descentralizado, sectorizado en la Secretaría de Obras y Servicios, con el propósito de poder implantar las estructuras

administrativas, que permitan una operación eficiente y competitiva en todos los sentidos.

- Es recomendable modernizar la producción de la mezcla asfáltica que la Ciudad demanda y que dicha modernización requiere de nuevas tecnologías y de una capacitación técnica especializada y permanente.

Una vez definido el concepto de descentralización y mencionadas las consideraciones que las sustentan, se analiza y concluye en este capítulo cual es la estructura administrativa que podría ser más conveniente para lograr los objetivos de eficiencia de la Planta de Asfalto del Distrito Federal.

## **5.2 La organización del Proyecto.**

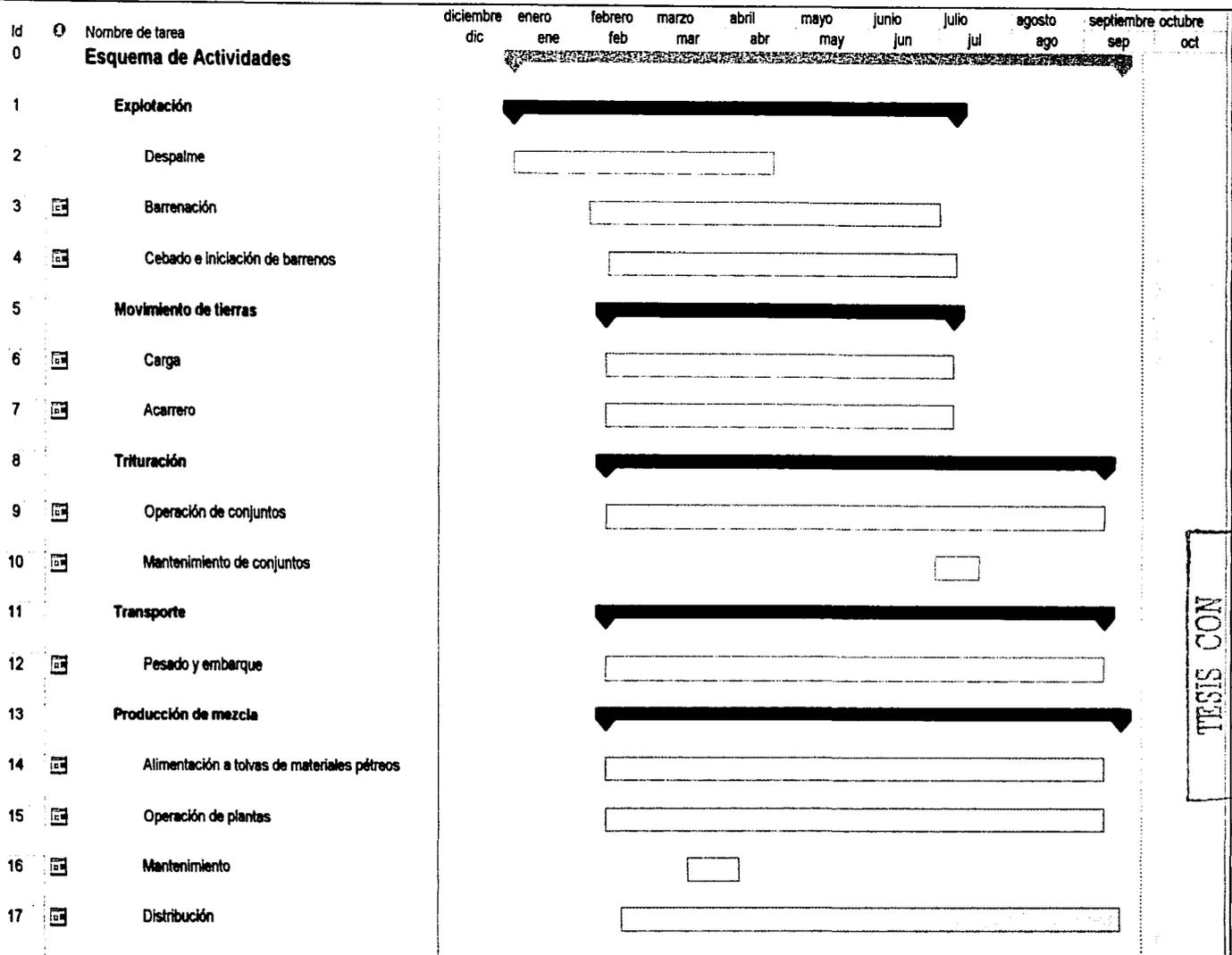
### **5.2.1 Estructura Funcional**

Para organizar eficientemente la operación y administración de la Planta de Asfalto, es necesario plantear una estructura funcional, es decir, las funciones y tareas que se van a realizar, teniendo como base el *Estudio Técnico – Tecnológico*.

Este planteamiento se basa en el concepto de *división del trabajo*, éste señala que el trabajo puede ser fragmentado en las partes que lo componen; las que pueden asignarse a trabajadores individuales, quienes se especializan en dichas tareas.

La división del trabajo tiene como propósito incrementar la productividad, debido a que ninguna persona puede ejecutar al mismo tiempo la totalidad de las tareas necesarias de una operación compleja. Sin embargo, si es posible que una persona desarrolle todas las tareas que se requieran. De ahí que es más eficiente y en algunos casos es absolutamente necesario dividir el total de la operación en actividades secuenciales y en paralelo.

El proceso de producción de mezcla asfáltica se muestra en la (Fig18), a partir de éste esquema, se hace la separación por frentes de trabajo y se muestra adjunto un diagrama de Gantt (Gantt.01) donde muestra el orden de las tareas para lograr un óptima asignación de recursos humanos.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Proyecto: Esquema de Actividades  
 División  
 Progreso

Tarea		Hito		Tareas externas	
División		Resumen		Hito externo	
Progreso		Resumen del proyecto		Fecha límite	

Diagrama de Gantt 01 Proceso de producción de mezclas

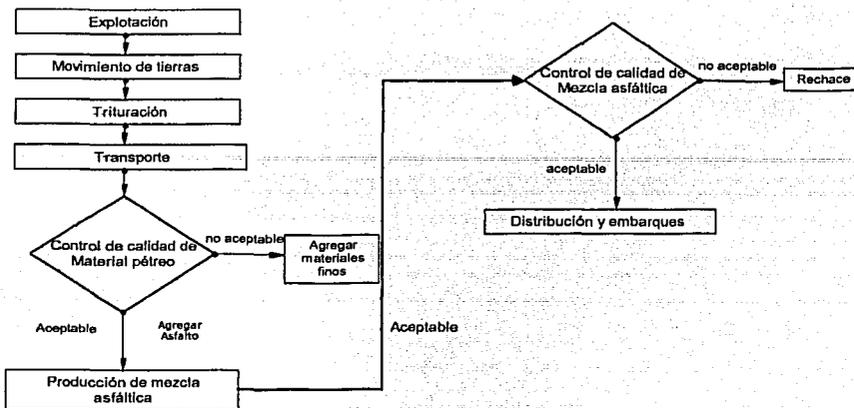
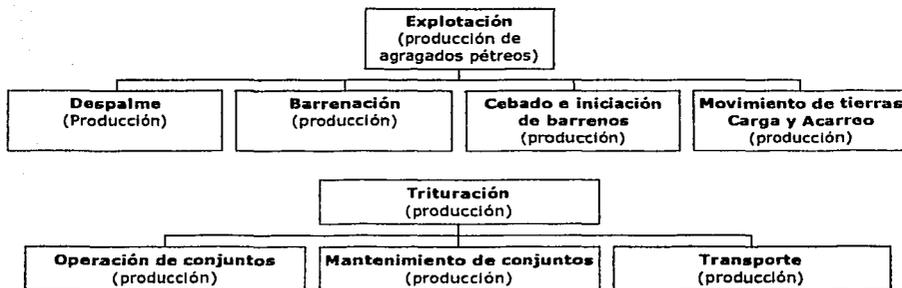


Figura 18 Proceso de producción de mezclas asfálticas

En este esquema se observa que todas las tareas pueden llevarse a cabo prácticamente paralelas, esto obliga a asignar personal independiente, partiendo de este esquema, se propone la organización como se muestra en la matriz de personal operativo por área adjunta, aquí se muestra el personal operativo por cada área que se propone para el proyecto, los números que aparecen en fracciones representan la parte proporcional de personal que considera los relevos en los tiempos de ausencia por vacaciones, enfermedad y eventualidades de algunos trabajadores cuya función es importante.

Una vez que se ha analizado la asignación de recursos humanos, se propone la organización por frentes como se muestra en los siguientes organigramas.



Organigrama 1 Actividades en la fase de explotación

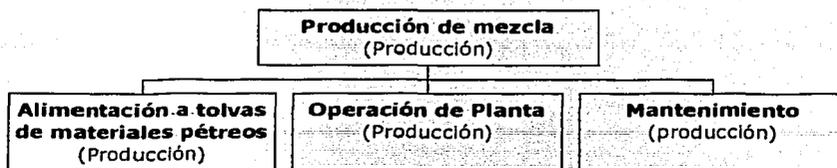
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Matriz de personal operativo por área

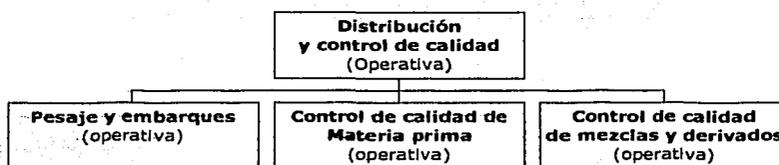
	Explotación			Mov de tierras		Trituración		Transporte	Producción de mezclas			Distribución	Control de calidad		Mantto	
	Operarios de terreno	Barración	Cebado e Inyección del barrenos	Carga	Acarreo	Operación de conjuntos	Mantto	Pasado y embarque	Alimentación de piedra	Operación de planta	Mantto	Control, pesaje y embarques	Materia prima	Mezclas y derivados	Instalaciones Generales	
Jefe de frente	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3		4
Operador de maquinaria	1.5			1.5	1.5				1.5							8
Operador de volco	1													2		3
Cebador			1.5													11/2
Operador de baricula								1.5				1.5				3
Operador de Planta						12				6						18
Laboratorista													1	1		2
Mecánicos industriales							1				1					2
Electricistas industriales							1				1					2
Mecánicos equipo pesado y autometros	1/4	1/4		1/4	1/4				1/3				1/3	1/3		2
Electricistas equipo pesado y autometros	1/4	1/4		1/4	1/4				1/3				1/3	1/3		2
Oficiales de mantenimiento															3.5	3 1/2
Ayudantes generales	1	3	3			7	3	2	3	4	3	1	2	4	3	39
	4 1/5	5 5/7	4 5/7	2 1/5	2 1/5	19 1/3	5 1/3	3 5/6	5 1/2	10 1/3	5 1/3	2 5/6	4	8	6 1/2	90

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

67A



Organigrama 2 Actividades en la fase de producción de mezclas asfálticas



Organigrama 3 Actividades en la fase de distribución y control de calidad.

En resumen sería necesario usar 90 trabajadores operativo, laborando directamente en los frentes de trabajo, la clasificación de las categorías se muestra en la matriz de personal operativo por área y los salarios, serán descritos a detalle en el capítulo siguiente.

### 5.3 La administración del proyecto.

Para administrar al personal mencionado, es necesario plantear una estructura administrativa.

La organización es esencialmente la función administrativa que establece el rol formal que jugará el personal en la organización, también es determinar las reglas bajo las cuales interactuará el mismo.

La organización tiene 5 pasos:<sup>20</sup>

1. Determinar las actividades básicas necesarias para lograr los objetivos o metas de la organización.
2. Agrupar esas actividades en unidades organizacionales (departamentos y secciones).
3. Establecer las posiciones administrativas sobre de esas unidades y las asesorías y apoyos requeridos.
4. Delegar la autoridad a los administradores.
5. Coordinar las unidades organizacionales.

<sup>20</sup> cfr. *Management. The Competitive Edge* Edmund R. Gray Larry R. Smeltzer Maxwell Macmillan International Editions

Para determinar las actividades básicas, es necesario identificar las actividades de valor, esto requiere el aislamiento de las actividades que son tecnológica y estratégicamente distintas.

Las actividades se dividen en dos rangos: actividades primarias y actividades de apoyo. De esto se establece la siguiente clasificación:

#### Actividades primarias.<sup>21</sup>

- i. Producción de Materiales pétreos y mezclas asfálticas, y mantenimiento de los equipos que intervienen directamente en el proceso.
- ii. Actividades operativas; control de calidad, evaluación de impacto ambiental, distribución de mezcla, planeación, estadísticas, y sistemas de información.
- iii. Mercadotecnia y ventas; promoción y comercialización del producto y comunicación social de la Planta con el exterior.

#### Actividades de apoyo.

- i. Actividades de apoyo directo al director general (secretaría particular); agenda, atención de asuntos de secundarios, etc.
- ii. Administración de recursos humanos y servicios generales; aquí se atiende las selección y capacitación de personal, intendencia, administración de personal, relaciones laborales y en general, servicios generales.
- iii. Administración y finanzas; con actividades relacionadas con costos y contabilidad, tesorería y administración de recursos materiales y financieros.
- iv. Apoyo jurídico; aquí se atenderían todos los asuntos jurídicos en los que participe la Planta, ya sea de tipo contencioso y consultivo.

Una vez identificadas las actividades, es necesario, seleccionar el tipo de división de la organización más adecuado.

En la división por funciones el personal es agrupado en orden de la mayor a la menor función atendiendo la importancia que representa para la empresa.

Esto ofrece la siguientes ventajas:

- Enfoque en las actividades cruciales o estratégicas de la empresa.
- Economía en las operaciones cruciales o estratégicas de la empresa, debido la eficiencia que da la especialización.
- Simplificación de la supervisión: Mejora el reclutamiento, atrae a los expertos y promueve el desarrollo y oportunidades profesionales.

<sup>21</sup> cfr. *Ventaja Competitiva. Creación y Sostenimiento de un Desempeño Superior*. Michael E. Porter  
Compañía Editorial Continental, S.A. DE C.V. México, 1991

Como criterio adicional para organizar el proyecto, se describen las funciones de cada área:

Las funciones del Director General son:

- Celebrar todos los actos jurídicos de dominio y administración necesarios para el funcionamiento de la Planta, ajustándose a los lineamientos que le fije la propia Junta Directiva y obtener la previa autorización de esta para los asuntos que así se requieran.
- Representar jurídicamente a la Planta como mandatario de ésta, pudiendo delegar este mandato en otros apoderados.
- Expedir los nombramientos de los trabajadores, con excepción de las designaciones que correspondan a la junta directiva.
- Proponer a la Junta Directiva las medidas necesarias para la optimización del desempeño de la Planta.
- Rendir a la Junta Directiva anualmente un informe general de las actividades de la Planta, acompañado de un balance contable y demás datos financieros.
- Elaborar y someter a consideración de la Junta Directiva, en los plazos y condiciones que esta establezca, el presupuesto de egresos y la estimación de ingresos para el año siguiente, así como los programas institucionales.
- Proporcionar las facilidades necesarias para la realización de las auditorías que se realicen en la Planta, informando de los resultados a la Junta Directiva.
- Coordinar el desarrollo técnico y administrativo de la Planta dictando acuerdos necesarios para este fin.
- Acordar con los encargados de área, lo referente a los asuntos que tengan asignados.
- Establecer y mantener un sistema estadístico que determine los indicadores de su gestión al frente del organismo.
- Concurrir a las sesiones de la Junta Directiva para informar sobre los asuntos de la Planta, así como para cumplir con las disposiciones directivas de acuerdos.
- Solicitar la autorización de la Junta Directiva para la realización de actos de dominio cuyo monto exceda de la suma que la propia Junta le fije como tope.
- Suscribir los instrumentos jurídicos que regulen las relaciones laborales de la Planta con sus trabajadores.

Para apoyar esta funciones de Director General, se contemplan como áreas de staff o apoyo;

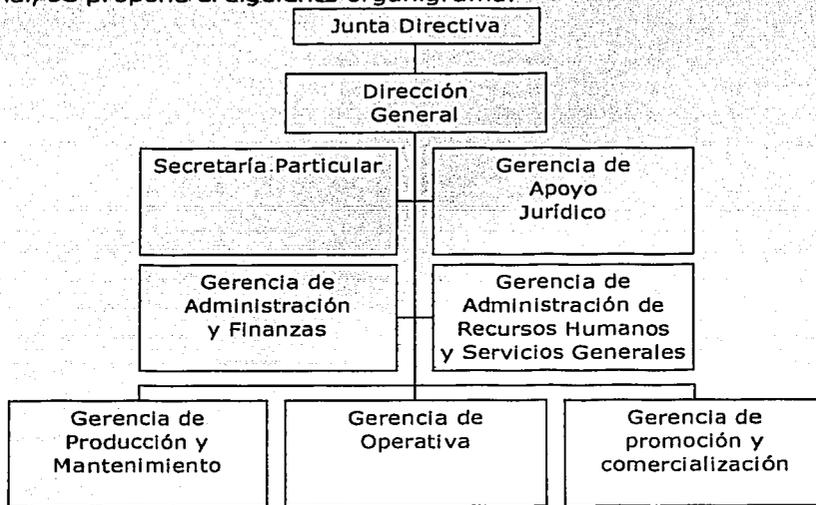
- La secretaria particular; encargada de apoyar personalmente al director, administrar la agenda, atender asuntos de menor importancia y otras actividades inherentes a una plaza de esta naturaleza.

- La gerencia de apoyo jurídico; esta área atiende todos los asuntos jurídicos relacionados con la planta, estos pueden ser de tipo contencioso o consultivo.
- La gerencia de administración y finanzas; se encarga de la administración de los recursos materiales y financieros del organismo, contabilidad, tesorería, presupuestos, compras, adquisiciones, etc.
- La gerencia de administración de recursos humanos; encargada de administración de personal, capacitación, control de servicios generales, relaciones laborales, contratos colectivos de trabajo, etc.

Así mismo se proponen las tres áreas primarias que son; producción y mantenimiento, operación, y promoción y comercialización cuyas funciones fueron descritas

Al igual que la parte de estructura funcional, se muestra una matriz de personal administrativo adjunta, en la cual se asigna personal para cada área.

Ya identificadas las actividades y descritas las funciones de cada una, seleccionado el tipo de división de la organización y diseñada la estructura funcional, se propone el siguiente organigrama.



Organigrama 4 Organización administrativa

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

## Matriz de personal administrativo por área

	Dirección general	Secretaría particular	Gerencia de Apoyo Jurídico	Gerencia de Admon y finanzas	Gerencia de recursos humanos	Gerencia de producción y Mantto	Gerencia Operativa	Gerencia de promoción y comercialización.	
Secretaria	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Asistente <sup>1</sup> técnico			1			3	3	2	9
Asistentes contables				1				1	2
Asistentes de administración.				1	1				2
Mensajero	1/3	1/3	1/3	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	2
Chofer	1		1			1			3
	2 1/3	1 1/3	3 1/3	3 1/5	2 1/5	5 1/5	4 1/5	4 1/5	26

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

71A

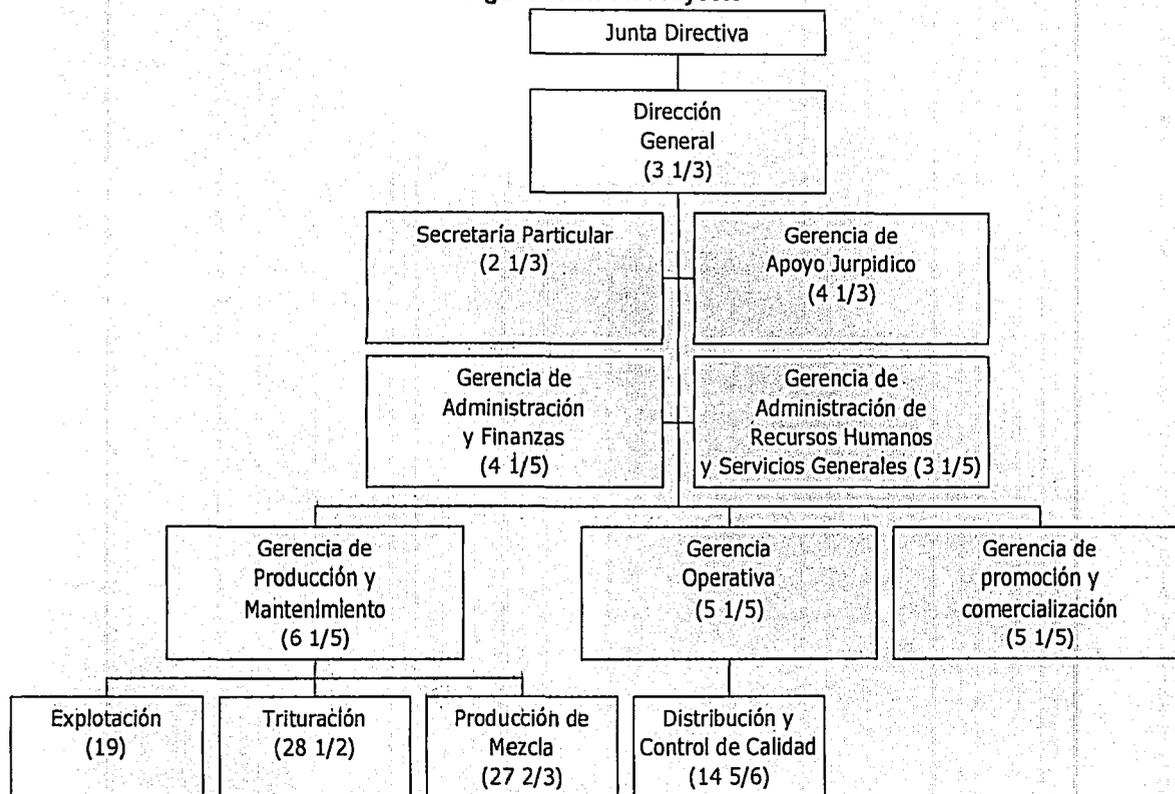
#### **5.4 Conclusiones de la Organización del proyecto.**

Para cumplir eficientemente con el objetivo de la Planta de Asfalto es necesaria una organización que adecuada, por ser un organismo público, el modelo de administración que se adapta es el de descentralización, bajo esta modalidad, se cuenta con la libertad de optimizar los recursos humanos, materiales y financieros según convenga a la empresa.

En cuanto a recursos humanos, el total del personal que trabajaría en la planta de asfalto es de 124 personas. Organizadas según se muestra en el organigrama y el gráfico siguiente:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### Organización del Proyecto



Organigrama 5 Organización propuesta para la PADF

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

73A

La distribución del personal es como sigue.

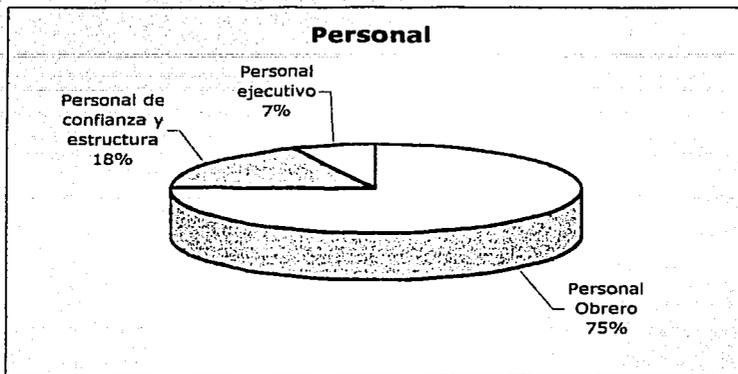


Figura 19

Como comentario adicional, en el capítulo II se vio que actualmente la planta cuenta aproximadamente 470 empleados, con esta organización se reduce en 75% la plantilla de personal, lo que permite reducir los costos directos e indirectos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 6. Estimación de costos, gastos, inversiones e ingresos.

Para determinar la bondad del proyecto, es decir, la rentabilidad que éste pueda ofrecer desde el punto de vista financiero, es necesario desarrollar las formas contables requeridas para obtener la información necesaria para este propósito.

Aquí la función financiera contable deja de representar una acción de registro, informe y análisis de hechos sucedidos para tomar el carácter de registro y análisis de hechos que van a suceder. Por tal motivo la fuente u origen de datos no serán los comprobantes de una operación efectuada, sino las bases técnico - económicas plenamente fundamentadas en las cuales se plantea desarrollar el proyecto de la Planta de Asfalto. En tal virtud, las formas contables deben reflejar todos esos factores, registrando *a priori* todas las operaciones que periodo a periodo, se pretenden realizar, para que finalmente se estructuren los estados financieros correspondientes.

### 6.1 Estados Financieros

Las transacciones que se contempla realizar (pro forma) en una entidad económica y ciertos eventos económicos identificables y cuantificables que la afectan o afectarán son los medios registrados, clasificados, analizados, sumados, y finalmente reportados como información básicamente en las siguientes formas:

1. La información de las aplicaciones en los recursos financieros de largo plazo de la entidad y sus fuentes, que revela las actividades de operación, capitalización, fondeo e inversión, es registrada en un documento generalmente identificado como **Estado pro forma de usos y fuentes de fondos y flujo de caja**, entre otras formas, este estado refleja el flujo de recursos que al final de la etapa de desarrollo y vida útil requiere o genera el proyecto.
2. La Información relativa al resultado de las operaciones de un periodo dado (ingresos, costos y gastos) registrada en un documento comúnmente denominado **Estado pro forma de Resultados**, el periodo generalmente es de un año, excepto si el periodo inicia después del 1º de enero del año elegido.
3. Información instantánea de los derechos y obligaciones financieras de la entidad se vierten en el documento llamado **Balance pro forma**.

TESIS CUM  
FALLA DE ORIGEN

Para hacer la evaluación del proyecto en esta tesis se usan los dos primeros estados, pues muestran con mayor claridad la información y facilitan la comprensión de la misma.

Con estos dos estados, es posible obtener la información necesaria para calcular los indicadores que permiten definir la bondad del proyecto y, en su caso, la comparación entre proyectos, para así poder emitir recomendaciones y tener bases para tomar futuras decisiones de carácter técnico y financiero.

Los estados financieros pro forma son los que contienen en todo o en parte uno o varios supuesto o hipótesis con el fin de mostrar cual sería la situación financiera o los resultados de las operaciones si estos acontecieran.

Como se ha mencionado, para evaluar el proyecto es necesario dar valores a las variables; a continuación se muestran estos valores, los cuales fueron calculados en los capítulos anteriores, indicando la forma de contabilización dentro de los estados financieros.

## 6.2 Estado Pro forma de usos, fuentes de fondos y flujo de caja (EPUFFC)

Este estado, es una tabla que presenta el resumen de cálculos de distinta índole, esta cédula está dividida en dos secciones correspondientes a la fase preoperativa y la operativa, teniendo cada una de ellas a la vez, tres partes.

- 1) En la primera se ordenan los rubros de los cuales procederán los recursos, mismos que serían empleados en el desarrollo del proyecto; a estos recursos se les identifica con el nombre de "*Las fuentes*" y son:
  - a) **El superávit de operación;** es la utilidad neta que arroja el estado de resultados, por lo tanto este rubro se dará solo obviamente, en la fase operativa del proyecto.
  - b) **Las depreciaciones y amortizaciones;** estos recursos que solamente pueden obtenerse en la fase operativa del proyecto se originan en el estado de resultados, al considerar como se explica en el mismo, un costo "*virtual*" denominado depreciación o amortización, según corresponda, a través del cual, de acuerdo con la Ley de Impuesto Sobre la Renta, en un sistema fiscal como el mexicano, permite al inversionista la recuperación de los diferentes tipos de inversión. Se dice que es un costo "*virtual*" porque el desembolso se realiza en la fase preoperativa, no en la operativa.
  - c) **Aportaciones de capital;** estos recursos son provistos por los accionistas del proyecto, estas aportaciones se realizan en la fase preoperativa.
  - d) **Créditos ó préstamos de largo plazo;** estos son flujos de efectivos externos a los accionistas; son obtenidos por medio de endeudamiento, donde se promete la devolución de los montos originales contratados con su respectivo interés.

- 2) La segunda parte de este estado muestra en dónde se va a invertir el dinero o las fuentes, es decir se plasman las inversiones necesarias para llevar a delante el proyecto; a estas inversiones se les denomina como "Los usos o las aplicaciones" de los recursos. Las inversiones están divididas en dos partes, las inversiones antes de la operación y las inversiones durante la operación. Todos los recursos "aplicados" antes de la operación serán una inversión antes de operación (preoperativa); las cuales se clasifican en cuatro grupos dependiendo de las condiciones en que se puedan depreciar o amortizar; inversión preoperativa, inversión fija, inversión en maquinaria y equipo e inversión en capital de trabajo. Los "usos" que se tienen durante la operación son la amortización de los créditos de mediano o largo plazo, la inversión en capital de trabajo para garantizar en lo posible que la fase de operación se lleve a cabo en el mínimo de costo y tiempo, así como las inversiones necesarias para el mantenimiento mayor que se requiere en las obras e instalaciones del proyecto.
- 3) La tercera parte es el "*Flujo de Caja, o Flujo Neto de Efectivo*", éste es el resultado de sustraer a las fuentes todas la aplicaciones o inversiones que se realizan, teniendo como remanente el flujo de caja, cabe mencionar que en la fase preoperativa el flujo de caja será cero, esto se traduce en que todas la inversiones que tenemos que realizar están cubiertas por una fuente, una vez ya en operación, el proyecto generará un superávit o un déficit; dependiendo del caso, se tendrá un flujo positivo o negativo de caja en este último caso se hace necesario revisar los flujos de caja acumulados, para saber si es posible financiar el déficit o buscar otras fuentes.

El esquema 01 muestra las principales partes del estado de usos, fuentes de fondos y flujo de caja así como los conceptos principales de estas.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Partes de EPUFFFC	Conceptos relacionados	Fase preoperativa	Fase operativa
<b>Fuentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superávit de operación<sup>22</sup></li> <li>• Depreciaciones y amortizaciones</li> <li>• Aportaciones de Capital</li> <li>• Recursos de Terceros (créditos de mediano y largo plazo)</li> <li>• Valor de rescate</li> </ul>	No aplica No aplica Si aplica Si aplica  No aplica	Si Aplica Si Aplica Si/No aplica (depende del flujo de caja acumulado) Si/No aplica (depende del flujo de caja acumulado) Si aplica
<b>Usos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inversiones preoperativas<sup>23</sup></li> <li>• Inversión en construcción. (Incluye mantenimiento mayor durante la fase operativa)</li> <li>• Inversión en maquinaria y equipo</li> <li>• Inversión en capital de trabajo</li> <li>• Amortizaciones de créditos</li> </ul>	Si aplica  Si aplica Si aplica No aplica <sup>24</sup> No aplica <sup>25</sup>	No aplica  Si aplica Si aplica Si aplica
<b>Flujo de caja</b>	Resultado de sustraer de las fuentes los usos.	cero en esta fase	
<b>Flujo de caja acumulado</b>	Efecto de acumular el flujo de caja de cada periodo con los flujos de caja de los periodos anteriores, este resultado nunca deberá ser menor que cero.	cero en esta fase	Mayor que cero si se da un superávit que cubra los usos; en caso de que sea negativo, para llevarlo a cero se revisa que haya flujo de caja acumulado del año previo, si hay suficiente, se cubre, de lo contrario, se buscan aportaciones de capital o créditos.

Instante cero

Esquema 1 EPUFFFC

Una vez definido lo anterior los valores de cada concepto surgen de los resultados obtenidos en los capítulos anteriores.

### 6.2.1 Fuentes.

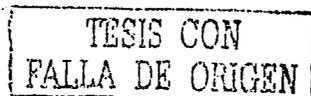
#### a. Superávit de operación

El superávit de operación es la principal fuente de recursos del proyecto, es el resultado neto de la operación, y también conocido como la utilidad neta ya definida en este capítulo. Los valores de este concepto se muestra en la segunda parte de este capítulo, pues se definen una vez establecidos concretamente el estado de resultados.

<sup>22</sup> Superávit o déficit de operación = utilidad neta. cuando esta es negativa se le conoce como déficit.

<sup>23</sup> Incluye intereses de la fase preoperativa.

<sup>24</sup> Si aplica si se considera en el instante cero



**b. Depreciaciones y amortizaciones.**

Los términos *depreciación* y *amortización* tienen el mismo significado contable, aplicándose el primero al activo tangible o fijo, y la amortización a los activos diferidos o intangibles, por ejemplo los gastos o inversiones preoperativas son factibles de amortizarse, es decir puede recuperarse mediante mecanismos fiscales

Los valores se presentan en el estado de resultados.

**c. Aportaciones de capital.**

Por la naturaleza de este proyecto, las aportaciones de capital, surgen directamente del Gobierno del Distrito Federal, es decir, éste es el único accionista de la planta y cubrirá los montos necesarios en forma de inversiones destinados al proyecto de modernización de su Planta de Asfalto.

Los valores de este concepto se analizan a detalle en el siguiente capítulo, pues serán objeto de ajustes para lograr que en la fase preoperativa los flujos de efectivo sean igual a cero.

**d. Créditos de mediano y largo plazo.**

La idea original del GDF es invertir en un solo desembolso el total del monto; sin embargo en un análisis de sensibilidad que se realiza en este trabajo, se estudia la alternativa de obtener créditos por los equipos. Se muestran los valores de este concepto, obtenidos de las pláticas sostenidas con los proveedores de equipos.

Este monto es igual al 80% del valor de los equipos, mismo que el proveedor de éstos financiará a través de una crédito de 18 meses, debiendo pagar el 20% del monto como enganche.

Concepto	Monto (miles de pesos)
Créditos de proveedores de equipos.	133,087

**e. Valor de rescate**

Este valor corresponde al monto de las inversiones que se pueden recuperar al final del horizonte de planeación; está integrado por los siguientes conceptos:

- **Inversión fija.** Conservadoramente, se considera la recuperación del monto faltante de depreciar en libros o el valor inicial de las instalaciones fijas (terreno, construcciones, etc).
- **Inversión en maquinaria y equipo:** Conservadoramente, se considera la recuperación del monto faltante de depreciar en libros del valor de los equipos. Los equipos que ya se encuentre depreciados el último año de operación no se recuperan.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ESTA TESIS NO SALIÓ  
DE LA BIBLIOTECA

- **Inversión en capital de trabajo:** éste concepto se recupera íntegro, por que en el último año, se considera que ya no se renuevan los componentes de ésta inversión, sino que se utilizan para la operación del proyecto en éste periodo.

Los valores de este concepto son:

<b>Valor de rescate</b>	<b>143,974</b>
Inversión Fija	3,678
Inversión en maquinaria y equipo Parres	99,661
Inversión en Capital de Trabajo	40,634

### 6.2.2 Usos

#### a. Inversión preoperativa

La inversión preoperativa son todos los desembolsos que es necesario realizar durante el periodo antes de iniciar la construcción y operación de un proyecto; por ejemplo, estudios previos, obtención de fianzas.

Para esta tesis solo se contemplan los conceptos mencionados en la tabla 18.

<b>Concepto</b>	<b>monto (miles de pesos)</b>
Trámites legales	50
Selección del personal	30
<b>Total</b>	<b>80</b>

Tabla 16 Inversión preoperativa

El artículo 39 La Ley del impuesto sobre la Renta (LISR), permite depreciar (amortizar) en 10% anual este tipo de erogaciones, este es el valor usado para los cálculos.

#### b. Inversión Fija.

La inversión fija, consiste en las obras y los bienes inmuebles que se obtengan o realicen para el proyecto. En este caso ya está construido y sería parte de las inversiones que realiza el GDF al permitir que el edificio y las instalaciones formen parte del patrimonio del organismo.

Como parte del proyecto de descentralización, se considera que el patrimonio de la Planta de Asfalto del Distrito Federal, está integrado por:

- Los bienes inmuebles que actualmente están asignados.
- Los bienes inmuebles que la entidad adquiera para la realización de sus fines.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El valor de los puntos mencionados sería el monto correspondiente a la inversión fija. El valor actual en libros<sup>25</sup>, de los edificios e instalaciones es de 36,782,718 pesos y el factor de depreciación según artículo 40 fracción I de la LISR es de 5% anual.

**c. Inversión en maquinaria y equipo**

Aquí se consideran todas las erogaciones necesarias para adquirir todo el equipo y la maquinaria necesaria para la operación del proyecto.

Del capítulo correspondiente a estudio técnico tecnológico, se obtiene el siguiente listado, en el cual se muestra la maquinaria y el equipo requerido para el proyecto, aquí también se muestran los montos de las inversiones y el total general de este apartado. Para dar mayor claridad se ha separado por plantas.

Existen varios equipos cuyo precio está en dólares, para manejarlo en moneda nacional se usa un tipo de cambio igual a 11 pesos por dólar.

**Inversión en maquinaria y equipo en Parres.**

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio unitario en	Monto ( en miles de pesos)
1	Traxcavo Caterpillar Mod 973	USD 700,000.00	\$7,700,000	\$7,700.00
3	Track Drill Ingersoll Rand Mod ECM660	USD 447,020.00	\$4,917,220	\$14,751.66
1	Cargador Frontal Caterpillar Mod 988C	USD 700,000.00	\$7,700,000	\$7,700.00
1	Retroexcavadora Caterpillar Mod 5130ME	USD 960,000.00	\$10,560,000	\$10,560.00
3	Camión fuera de carretera Caterpillar 771D	USD 510,000.00	\$5,610,000	\$16,830.00
1	Retroexcavadora - cargadora Caterpillar mod 446B	USD 34,000.00	\$374,000	\$374.00
1	Planta de trituración Teismhit	USD 3,500,000	\$38,500,000	\$38,500.00
1	Basculas	USD 24,706	\$271,766	\$271.77
				<b>\$96,687.43</b>

Tabla 17 Inversión en maquinaria y equipo en Parres

**Inversión en maquinaria y equipo en Coyoacán**

<sup>25</sup> FUENTE: Planta de Asfalto del D.F. Actualizado a octubre de 2002.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio unitario en	Monto (miles de pesos)
1	Cargador Frotal Caterpillar 972G	USD 700,000.00	\$7,700,000	\$7,700.00
1	Basculas	USD 24,706	\$271,766	\$271.77
1	Planta de Asfalto Gencor	USD 2,600,000	\$28,600,000	\$28,600.00
9	Equipo de computo	\$ 20,000	\$ 180,000	\$1,620.00
1	Equipo de Laboratorio	\$ 600,000	\$ 600,000	\$600.00
10	Camioneta tipo pick up	\$ 146,000	\$ 1,460,000	\$14,600.00
6	Camión volteo de 8m <sup>3</sup>	\$ 500,000	\$ 3,000,000	\$18,000.00
1	Autobus para transporte de personal	\$ 1,000,000	\$ 1,000,000	\$1,000.00
1	Microbus para 24 pasajeros	\$ 600,000	\$ 54,000	\$54.00
9	Mobiliario	\$ 6,000	\$ 54,000	\$486.00
1	Camión pipa 10 m <sup>3</sup>	\$ 500,000	\$ 500,000	\$500.00
				<b>\$73,431.77</b>

**Tabla 18 Inversión en maquinaria y equipo en Coyoacán**

La LISR permite para este tipo de inversiones un factor de depreciación del 25% anual con fundamento en el artículo 41 párrafo XI.

**d. Inversión en capital de trabajo**

La inversión en capital de trabajo, está integrada por todas las erogaciones necesarias para garantizar el funcionamiento del proyecto una vez terminada la fase preoperativa, ésta se integra de caja y bancos, almacenes de materia prima y de materiales y refacciones de consumo, cuentas por pagar, cuentas por cobrar, producto en proceso y producto terminado.

El periodo establecido para esta tesis es de un mes del montos necesario para cada uno de los conceptos mencionados y su fundamento de anota a continuación. La forma de obtener los valores es haciendo la proporción directa del monto anual obtenido anteriormente a su valor mensual.

**Caja y bancos.**

La partida de caja y bancos, está integrada por los montos calculados para garantizar el funcionamiento del proyecto en el periodo determinado (1 mes), los conceptos considerados son los siguientes.

Concepto	Importe
Mano de obra	886
Electricidad	1,859
Gastos de administración	424
Pago por derechos de explotación	23
<b>Total Caja y bancos</b>	<b>3,191</b>

Los montos mostrados, son los necesarios para cubrir un mes de operaciones. En el concepto de *gastos de administración*, se contemplan todas las partidas necesarias como teléfono, papelería, gasolinas, etc.

**Almacenes de materia prima (explosivos, triturados y asfalto)**

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

Al igual que en caja y bancos, se considera el tener un *stock* de un mes de materia prima, lo cual arroja la siguiente cifra en este rubro.

Concepto	Tipo de costo	U.M	Cantidad anual	P.U	Costo anual (miles de pesos)
Asfalto	LAB	Kilos	8,750,000	1.61	14,088
Flete		Ton	8,750	162.05	1,418
AN/FO	CIF	kilos	21,190	4.80	102
Alto explosivo	CIF	kilos	5,297	20.00	106
Cordon detonante	CIF	metros	2,477	2.20	5
Inicadores	CIF	piezas	745	41.50	31
Mecha	CIF	metros	44	1.2	0
Derechos de Explotacion		Ton	125,000	0.18	23
				<b>Total</b>	<b>15,772</b>

\*Incluye flete

Explosivos; incluye desperdicios.

### Almacén de materiales y refacciones.

Para considerar el concepto de almacén de materiales y refacciones, se considera un mes de los gastos anuales de mantenimiento a maquinaria y equipo, así mismo se suma un mes de mantenimiento a edificio e instalaciones, arrojando el siguiente resultado:

Concepto	Importe (miles de pesos)
Materiales y refacciones para mantenimiento menor	1,650
Materiales y refacciones para mantenimiento de edificios e instalaciones	42
<b>Total</b>	<b>1,692</b>

### Cuentas por cobrar.

Para este concepto se considera que la venta de mezcla a dependencias del Gobierno del Distrito Federal, obliga a brindar 30 días de crédito, por lo cual el monto para este rubro es el correspondiente a un mes del ingreso anual por ventas.

Cuentas por cobrar (monto en miles de pesos)	37,500
-------------------------------------------------	--------

### Cuentas por pagar.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Al igual que en el punto anterior, la Planta por ser organismo de gobierno tarda los mismo 30 días en pagar sus deudas con los proveedores, razón por la que el valor de esta partida se calcula en un mes del monto correspondiente al consumo anual de materia prima quedando éste como sigue:

Cuentas por pagar (monto en miles de pesos)	15,772
------------------------------------------------	--------

Todos los resultados obtenidos en este capítulo, serán llevados a los estados financieros para hacer la evaluación en el siguiente capítulo.

**Amortización de Créditos.**

La amortización de créditos consiste en el pago de los equipos en el periodos establecido, (18 meses) corre a partir de que empieza la fase operativa, los valores para este proyecto según las cotizaciones de los equipos se muestran en la tabla 21.

	Año	
	2004	2005
Monto a amortizar (en miles de pesos)	\$66,543.68	\$66,543.68

Tabla 19 Amortización de créditos.

**6.3 Estado pro forma de resultados**

A este estado se le denomina de diferentes maneras; de pérdidas y ganancias, de ingresos y gastos y actualmente de resultados, este último es el más apropiado pues representa lo que contiene, los resultados que se han obtenido en un periodo de operación de un año. El estado de resultados analiza a detalle las partidas que dieron origen a los ingresos y egresos con el fin de llegar a un resultado bruto de un periodo del cual se derivarán los impuestos a pagar, determinando la utilidad neta o superávit de operación. Así tenemos que el estado de resultados se refiere a las operaciones o actividades realizadas en un año indicando en forma analítica que se hizo para llegar al resultado final.

El esquema 2 muestra los renglones principales del estado de resultados.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

+	<b>INGRESOS</b>
-	<b>COSTOS</b>
=	<b>UTILIDAD BRUTA</b>
-	<b>GASTOS (ventas, administrativos, generales)</b>
=	<b>UTILIDAD DE OPERACIÓN</b>
±	<b>Gastos y productos financieros, utilidad o pérdida cambiaria, depreciación y amortización</b>
=	<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS Y PTU</b>
-	<b>IMPUESTOS Y PTU</b>
=	<b>UTILIDAD NETA O SUPERÁVIT DE OPERACIÓN.</b>

Esquema 2 Estado pro forma de resultados

Para mayor claridad, se irán definiendo los renglones y asignado valores, estos últimos basados en los capítulos anteriores.

### 6.3.1 Ingresos.

El ingreso lo podemos definir como el conjunto de recursos económicos que obtiene la entidad como resultado de sus operaciones realizadas (ordinarias y extraordinarias), los cuales producen un efecto favorable en la generación de la utilidad durante un período contable, al ingreso se le conoce con una gran variedad de nombres y orígenes tales como ventas, intereses, dividendos, regalías, cuotas, peajes, rentas, clientes etc., dependiendo del proyecto que se trate.

Para el caso particular de este proyecto, los ingresos surgen de los montos de ventas estimados (demanda) en el capítulo II de este trabajo. El precio, será fijado anualmente por el actual Comité de Operaciones, mismo que en el proyecto se convertiría en la Junta Directiva. La última tarifa autorizada es de \$300.00<sup>26</sup> por tonelada LAB.

En el capítulo II se observa que la demanda oscila entre 1 y 1.9 millones de toneladas, a lo largo del horizonte de planeación, para esta tesis se considera el valor constante del volumen de venta en 1.5 millones de toneladas por año (Tabla 22).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

<sup>26</sup> Precio actualizado a enero de 2003.

Año	Ingreso por ventas (miles de pesos)	Año	Ingreso por ventas (miles de pesos)
2004	450,000	2016	450,000
2005	450,000	2017	450,000
2006	450,000	2018	450,000
2007	450,000	2019	450,000
2008	450,000	2020	450,000
2009	450,000	2021	450,000
2010	450,000	2022	450,000
2011	450,000	2023	450,000
2012	450,000	2024	450,000
2013	450,000		
2014	450,000		
2015	450,000		

Tabla 20 Ingresos anuales

### 6.3.2 Costos

En el estado de resultados, con frecuencia se distingue entre los diversos tipos de costo - gasto por medio de rubros o títulos que contienen términos como costo, gasto o pérdida; por ejemplo costo de materiales, costo de mano de obra, gastos de administración, etc.

La clasificación de un rubro como costo o como gasto dependerá básicamente del destino del recurso, su frecuencia de utilización.

En este caso los costos han de dividirse en tres clasificaciones: costos directos de operación y mantenimiento, costos indirectos de operación y mantenimiento y costos financieros, dejando un apartado para conceptos de tipo general, lo anterior se muestra a continuación.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**a. Costos Directos de operación y mantenimiento.**

Los costos de producción y mantenimiento, son los desembolsos de corto plazo que se requiere para la operación del proyecto.

Los costos directos de producción y mantenimiento, son los reflejos monetarios de las determinaciones realizadas en el estudio técnico y separados de la siguiente forma:

Para ilustrar esquemáticamente el origen de las clasificaciones, la siguiente figura (Fig.20) , muestra el proceso de producción de mezclas asfálticas, aquí se observa que los materiales pétreos son parte de la producción, es decir, pueden no ser considerados materia prima y no generar costos, sin embargo aunque el predio es propiedad del GDF, se genera un cargo por derecho de explotación (concesión), que será detallas en el apartado siguiente.

Es conveniente aclarar aquí, que todos los costos calculados en este apartado son para una producción anual de 1.5 millones de toneladas de mezcla asfáltica.

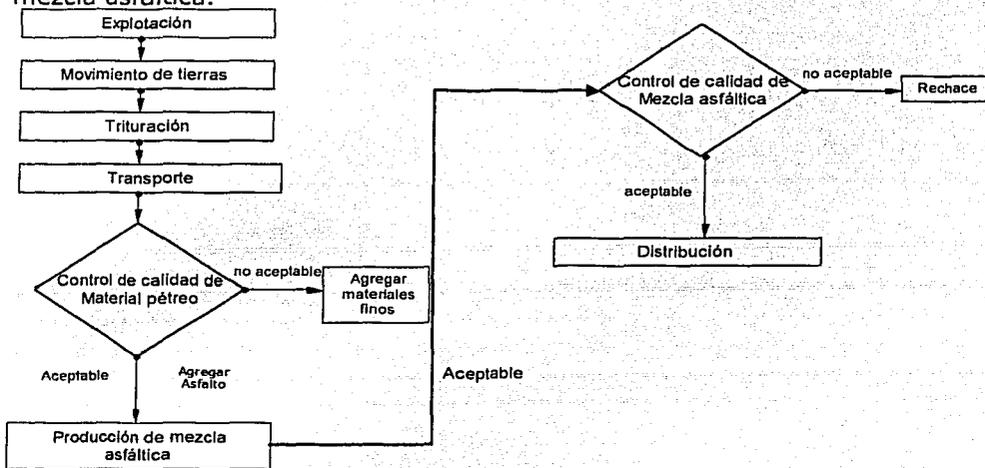


Figura 20 Proceso de producción de mezclas asfálticas.

1. Costo de materia prima.

Como se mencionó la explotación y producción de agregados pétreos son parte del proceso de producción de mezclas asfálticas, por lo tanto, los explosivos utilizados son parte de la materia prima.

El otro insumo que cae en esta clasificación es el asfalto que, como se vio en capítulos anteriores, se necesitan 70 kilos por tonelada de mezcla, por lo tanto los costos anuales por materia prima son los siguientes se muestran en la tabla 23

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Concepto	Tipo de costo	U.M	Cantidad anual	P.U	Costo anual (miles de pesos)
Asfalto	LAB	Kilos	105,000,000	1.61	169,050
Flete		Ton	105,000	162.05	17,015
AN/FO	CIF	kilos	254,275	4.80	1,221
Alto explosivo	CIF	kilos	63,569	20.00	1,271
Cordon detonante	CIF	metros	29,719	2.20	65
Inicadores	CIF	piezas	8,942	41.50	371
Mecha	CIF	metros	526	1.2	1
Derechos de Explotacion		Ton	1,500,000	0.18	270
				<b>Total</b>	<b>189,264</b>

\*Incluye flete Explosivos; Incluye desperdicios.

Tabla 21 Costo de materia prima.

2. Costos de mano de obra

La mano de obra directa, como su nombre lo indica, son los recursos humanos que intervienen directamente en el proceso de producción, así basados en el capítulo de *Organización de proyecto* se plantean los costos directos de mano de obra. Los salarios anotados, se proponen a partir de los valores usados y recomendados actualmente para instituciones gubernamentales de esta naturaleza.

A todo cálculo de mano de obra, ya sea directa o indirecta, se debe agregar un 35% de prestaciones sociales e impuestos. Esto significa que sobre el sueldo base anual hay que agregar, FOVISSSTE, ISSSTE, vacaciones, días festivos, aguinaldo y otros conceptos, lo cual incrementa en promedio, un 35% adicional.

Entonces, los conceptos y costos de mano de obra son los siguientes.

Costo de la mano de obra Directa en miles de pesos

Plaza	Número de plazas	Sueldo mensual por plaza	Sueldo anual por plaza	Sueldo total anual
Jefe de frente	4	7	84	336
Operador de maquinaria	8	6	72	576
Operador de volteo	3	6	72	216
Cebador	1.5	6	72	108
Operador de bascula	3	5	60	180
Operador de Planta	18	6	72	1,296
Laboratorista	2	5	60	120
Mécanicos industriales	2	6	72	144
Eléctricistas industriales	2	6	72	144
Mecanicos equipo pesado y automotores	2	6	72	144
Electricistas p/equipo pesado y automotores	2	6	72	144
Oficiales p/mantenimiento	3.5	5	58	202
Ayudantes generales	39	4	48	1,872
			<b>Subtotal</b>	<b>5,482</b>
			<b>35% adicional</b>	<b>1,919</b>
			<b>Total</b>	<b>7,400</b>

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

### 3. Cotos de energía eléctrica.

Del estudio técnico se observa que varios de los equipos funcionan con energía eléctrica, la capacidad de los motores, se muestra en la tabla 24 y en los anexos técnicos de información.

Para calcular el consumo de un motor en kW-H, se usa la siguiente expresión

$$\frac{\text{potencia del motor (hp)} \times 0.746 \times \text{horas trabajadas}}{\text{eficiencia del motor}} = \text{kW} - \text{hr}$$

Para unificar el criterio de eficiencia, se toma como valor único 0.9; es decir, consideramos que todos los motores trabajan al 90% de su capacidad.

Las horas anuales trabajadas consideradas para el cálculo son 3,334hr que resultan de dividir la demanda anual (1.5 millones de toneladas anuales) entre la capacidad instalada (400tph).

Las cantidades de energía y los montos se muestran en tabla 24:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Equipo.	No de motores	Potencia del motor en H.P	Consumo anual por motor. (kW-h)	Consumo total anual
Alimentador vibratorio de 54"x20'	1	50	138,175.8	138,175.8
Trituradora de quijadas Telsmith 3055	1	150	414,527.3	414,527.3
Criba vibratoria	3	40	110,540.6	331,621.9
Trituradora de cono Telsmith S2S	1	250	690,878.9	690,878.9
Trituradora de cono Telsmith S2FC	1	250	690,878.9	690,878.9
Transportador primario	1	40	110,540.6	110,540.6
Transportador secundario	1	40	110,540.6	110,540.6
Transportador terciario	1	40	110,540.6	110,540.6
Motor de tambor secador	4	50	138,175.8	552,703.1
Bomba de alimentación de asfalto	1	15	41,452.7	41,452.7
Bomba de alimentación de combustible	1	75	207,263.7	207,263.7
Extractor de humos	1	25	69,087.9	69,087.9
Ventilador	1	150	414,527.3	414,527.3
Elevador de rastras	1	100	276,351.6	276,351.6
Transportador de transferencia	1	30	82,905.5	82,905.5
Compresor rotatorio de silos	3	30	82,905.5	248,716.4
Colector de polvos	2	15	41,452.7	82,905.5
Colector de polvos	1	20	55,270.3	55,270.3
Tanque de almacenamiento	1	15	41,452.7	41,452.7
Tolvas dosificadores	5	30	82,905.5	414,527.3
Banda colectora	1	15	41,452.7	41,452.7
Transportador a tambor	1	25	69,087.9	69,087.9
Criba de paso simple	1	15	41,452.7	41,452.7
Derivador de material	1	5	13,817.6	13,817.6
<b>Total anual</b>			<b>5,250,679.6 kW-H</b>	
<b>Consumo total</b>				<b>5,250,679.6 kW-H</b>
<b>Cargo por mantenimiento 25%</b>				<b>1,312,669.9 kW-H</b>
<b>Cargo por alumbrado publico (6%)</b>				<b>315,040.8 kW-H</b>
<b>5% adicional de imprevistos</b>				<b>262,534.0 kW-H</b>
<b>Consumo neto total</b>				<b>7,140,924.2 kW-H</b>
<b>Tarifa del kW-H</b>				<b>1.56</b>
<b>Costo anual (en miles de pesos)</b>				<b>\$11,153</b>

Tabla 22 Costos de energía eléctrica.

4. Combustibles.

El resto de la maquinaria necesaria usa como combustible diesel, el consumo por maquina varia según el tipo de motor, los consumos se obtuvieron de las curvas que proporciona el fabricante, mismas que se muestran en los anexos de información.

Para la equipo de Planta de asfalto, el consumo de combustible es el resultados de las estadísticas realizadas a través de varios años de observación, pues el valor del consumo es variable, según las condiciones físicas locales, en este caso el valor promedio usado es de 8 lts/ton.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La tabla 25 muestra los costos anuales de combustibles por tipo de maquinaria usada.

Consumo de combustible

Tipo de combustible	Equipo	No de unidades	U.M.	precio unitario	Consumo unitario	Cantidad anual
Diesel Incl	Planta de Asfalto Gencor	1	litro	4.13	8 lts/ton	1,500,000 ton
Diesel	Traxcavo Caterpillar Mod 973	1	litro	4.11	39 lts/hr	3,334 hrs
Diesel	Track Drill Ingersoll Rand Mod ECM660	3	litro	4.11	12 lts/hr	3,334 hrs
Diesel	Cargador Frontal Caterpillar Mod 988C	1	litro	4.11	67 lts/hr	3,334 hrs
Diesel	Retroexcavadora Caterpillar Mod 5130ME	1	litro	4.11	115 lts/hr	3,334 hrs
Diesel	Camión fuera de carretera Caterpillar 771D	3	litro	4.11	68 lts/hr	3,334 hrs
Diesel	Retroexcavadora - cargadora Caterpillar mod 446B	1	litro	4.11	24 lts/hr	3,334 hrs
Diesel	Cargador Frotal Caterpillar 972G	1	litro	4.11	34 lts/hr	3,334 hrs
<b>Total</b>						

Tabla 23 Costos de combustible

5. Mantenimiento

Los costos directos de mantenimiento, son los desembolsos que es necesario realizar para que la maquinaria y los equipos operen en óptimas condiciones, es por eso que en este trabajo se decidió establecer la clasificación que se muestra a continuación:

5.1 Mantenimiento general a maquinaria y equipo.

Estos costos de mantenimiento de maquinaria y equipo se obtienen a partir de la ecuación de costos horarios de mantenimiento, los coeficientes y los montos se muestran en la tabla 26.

$$R = Q * D$$

Cargos por mantenimiento

Unidades	Descripción	Valor de adquisición	Depreciación horaria	Horas anuales de trabajo	Coefficiente de mantenimiento (Q)	Cargo anual por mantenimiento (miles de pesos)
1	Traxcavo Caterpillar Mod 973	\$7,700,000	416	3,334	1.0	1,386
3	Track Drill Ingersoll Rand Mod ECM660	\$4,917,220	265	3,334	0.6	1,593
1	Cargador Frontal Caterpillar Mod 988C	\$7,700,000	416	3,334	1.0	1,386
1	Retroexcavadora Caterpillar Mod 5130ME	\$10,560,000	570	3,334	1.0	1,901
3	Camión fuera de carretera	\$5,610,000	303	3,334	0.8	2,424
1	Retroexcavadora - cargadora Caterpillar mod 446B	\$374,000	20	3,334	1.0	67
1	Cargador Frotal Caterpillar 972G	\$7,700,000	416	3,334	1.0	1,386
1	Planta de trituración Felsmith	\$38,500,000	2079	3,334	0.8	5,544
1	Planta de Asfalto Gencor	\$28,600,000	1544	3,334	0.8	4,118
<b>Total</b>						<b>19,805</b>

Tabla 24 Costos de mantenimiento

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

5.2 Costo de Llantas.

La ecuación para obtener el cargo horario de llantas para los equipo que las usan es:

$$LI = \frac{V_{Ll}}{H_v} H_v = F_m \times F_{vel} \times F_{sr} \times F_{LI} \times F_{CO} \times F_C \times F_S \times F_N = 0.206388$$

donde;

LI; costo horario de llantas

V<sub>ll</sub>; Valor de las llantas

H<sub>v</sub>; Vida útil de las llantas en horas

F<sub>m</sub>; factor de mantenimiento.

F<sub>vel</sub>; factor de velocidad.

F<sub>sr</sub>; factor de superficie de rodamientos.

F<sub>LI</sub>; factor de posición de llantas.

F<sub>co</sub>; factor de cargas de operación.

F<sub>c</sub>; factor de densidad y grado de curvas

F<sub>s</sub>; factor por pendiente.

F<sub>n</sub>; factor por otras condiciones diversas.

El cargo anual generado por llantas se detalla en la siguiente tabla:

Cargos por consumo de llantas.

Unidades	Descripción	Número de llantas	Valor de las llantas
1	Cargador Frontal Caterpillar Mod 988C	4	20,000
3	Camión fuera de carretera TEREX Mod TR35	12	35,000
1	Retroexcavadora - cargadora Caterpillar mod 446B	4	20,000
1	Cargador Frotal KOMATSU Mod. WA500-3	4	20,000

Hv	Cargo horario de llantas	Horas anuales trabajadas	Cargo anual por llantas
5,000	4.0	3,334	53
5,000	7.0	3,334	840
5,000	4.0	3,334	53
5,000	4.0	3,334	53
<b>Cargo anual en Llantas</b>			<b>1,000</b>

Tabla 25 Costos de llantas

5.3 Costo de Lubricantes.

El costo de lubricantes es el derivado de las erogaciones originadas por los consumos y cambios periódicos de aceites al cárter, la transmisión, los mandos finales, controles hidráulicos, filtros y grasa; y debe incluir todas las erogaciones necesarias para suministrarlos al pie de la máquina.

La tabla 28 muestra los montos por cada equipo y el total.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Cargos por Lubricantes.

Unidades	Descripción	Consumo horario	P.U.	Horas anuales	Cargo por lubricantes
1	Traxcavo Caterpillar Mod 973	0.50	14.5	3,334	24
3	Track Drill Ingersoll Rand Mod ECM660	0.50	14.5	3,334	73
1	Cargador Frontal Caterpillar Mod 989C	0.50	14.5	3,334	24
1	Retroexcavadora Caterpillar Mod 5130ME	0.50	14.5	3,334	24
3	Camión fuera de carretera TEREX Mod TR35	0.50	14.5	3,334	73
1	Retroexcavadora - cargadora Caterpillar mod 446B	0.50	14.5	3,334	24
1	Cargador Frotal KOMATSU Mod. WA500-3	0.50	14.5	3,334	24
1	Planta de trituración Telsmith	0.50	14.5	3,334	24
1	Planta de Asfalto Gencor	0.50	14.5	3,334	24

314

Tabla 26 Costos de lubricantes

**b. Costos Indirectos de operación y mantenimiento.**

Los costos indirectos son los desembolsos necesarios para ejercer la administración del proyecto, sin intervenir directamente en la producción, gastos de administración, mano de obra indirecta, servicios etc.

Los conceptos contemplados son los siguientes.

1. Costos de agua.

La dotación de agua por trabajador en la región del Distrito Federal es de 200 lts/hab/día. La plantilla laboral de la empresa es de 124 personas por lo que se deber contar con 24,800 litros de agua diarios, tan solo para trabajadores. En el cuadro siguiente se muestran otros usos y su cantidad anual.

Uso	Vol diario (lts)	Vol Anual (m3)
Trabajadores	24800	6547.2
Limpieza de equipos	1500	396
Limpieza general	2000	528
Riego de áreas verdes	3000	792
<b>Total anual</b>		<b>8,263.20</b>
<b>Tarifa industrial por m<sup>3</sup></b>		<b>\$16.63</b>
<b>Costo anual por agua (miles de pesos)</b>		<b>\$137.40</b>

Tabla 27 Costos de agua

2. Costos indirectos de mano de obra

En el estudio de organización de proyecto, se determinaron las áreas técnicas y administrativas para la operación y administración del proyecto, los costos de se calculan partiendo de esas determinaciones. El desglose detallado se muestra en las tablas 30 y 31.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## 2.1 Mano de obra indirecta de producción

**Costo de la mano de obra Indirecta de producción (en miles de pesos)**

Plaza	Número de plazas	Sueldo mensual por plaza	Sueldo anual por plaza	Sueldo total anual
Gerente de Producción y Mantenimiento	1	30	360	360
Gerente Operativo	1	30	360	360
Gerente de promoción y comercialización	1	30	360	360
Asistente técnico	8	12	144	1,152
Secretarías	3	5	54	162
<b>Subtotal</b>				<b>2,394</b>
<b>35% adicional</b>				<b>838</b>
<b>Total</b>				<b>3,232</b>

Tabla 28 Mano de obra indirecta de producción

## 2.2 Mano de obra indirecta de administración.

**Costo de la mano de obra indirecta de administración (en miles de pesos)**

Plaza	Número de plazas	Sueldo mensual por plaza	Sueldo anual por plaza	Sueldo total anual
Director General	1	50	600	600
Secretaria particular	1	25	300	300
Gerente de apoyo jurídico	1	25	300	300
Gerente de administración y finanzas	1	25	300	300
Gerente de recursos humanos	1	25	300	300
Secretaria	5	5	54	270
Asistente contable	2	10	120	240
Asistente de administración	2	10	120	240
Chofer	3	5	60	180
<b>Subtotal</b>				<b>2,730</b>
<b>35% de prestaciones</b>				<b>956</b>
<b>Total</b>				<b>3,686</b>

Tabla 29 Mano de obra directa

## 3. Gastos de mantenimiento a edificios.

El gasto de mantenimientos a edificios son los desembolsos necesarios para el mantenimiento del buen estado de edificios e instalaciones.

En términos generales y tomando como base los registros históricos de los estados financieros, se necesitan \$250,000 anuales para mantenimiento de edificios e instalaciones.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### 4. Gastos de Administración.

Los gastos de administración, son los desembolsos necesarios para la administración del proyecto, servicios, telefonía, papelería, etc., estos se muestran a detalle:

Concepto	Cantidad anual	Costo anual (miles de pesos)
Gastos de oficina	1	800
Comida anual para empleados	1	70
Cursos y congresos	1	100
Iguala por selección de personal	1	18
Seguros	1	1,395
Seminario anual	1	50
<b>Total</b>		<b>2,433</b>

#### 4. Depreciaciones y amortizaciones.

Estos costos son *virtuales*, es decir, se tratan y tienen el efecto de un costo y se aplican sólo a las inversiones según lo marca la Ley del Impuesto Sobre la Renta.

Para calcular el monto de estos costos se utilizan los porcentajes autorizados por la Ley del Impuesto Sobre la Renta vigente. Los costos de amortización y depreciación son virtuales pues los desembolsos se hicieron cuando se realizaron las inversiones en el proyecto en su etapa preoperativa, por lo que permiten la recuperación de la inversión por el mecanismo fiscal que la propia Ley Tributaria a fijado.

En el Artículo 8vo de la Ley del Impuesto sobre la Renta, se menciona la siguiente:

*Cuando esta Ley haga mención a persona moral, se entienden comprendidas, entre otras, las sociedades mercantiles, los organismos descentralizados que realicen preponderantemente actividades empresariales, las instituciones de crédito, las sociedades y asociaciones civiles y la asociación en participación cuando a través de ella se realicen actividades empresariales en México.*

Esto permite usar esta Ley y los porcentajes que permite para hacer el cálculo de las depreciaciones

En la tabla 32 (adjunta), se muestra el valor detallado de las depreciaciones y amortizaciones y su monto anual.

#### c. Costos financieros.

Los costos financieros son los intereses que se deben pagar en relación con capitales obtenidos por préstamo. Algunas veces estos costos se incluyen

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio unitario en MN	Monto	Porcentaje anual	1	2	3	4	5	6
1	Inversión fija			\$ 36,733	5%	\$1,839.14	\$1,839.14	\$1,839.14	\$1,839.14	\$1,839.14	\$1,839.14
1	Inversión preoperativa			\$89.00	10%	\$8.90	\$8.90	\$8.90	\$8.90	\$8.90	\$8.90
1	Rebaltado	\$ 6,090	\$ 54,009	\$486.09	10%	\$48.60	\$48.60	\$48.60	\$48.60	\$48.60	\$48.60
1	Trasvase Caterpillar 1100 373	USD 700,000.00	\$7,700,000	\$7,700.00	25%	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00
1	Track Drill Topsoil Rand Mod L 1160C	USD 447,926.00	\$4,917,220	\$4,751.66	25%	\$1,187.92	\$1,187.92	\$1,187.92	\$1,187.92	\$1,187.92	\$1,187.92
1	Camión Frontal Caterpillar 650C	USD 700,000.00	\$7,700,000	\$7,700.00	25%	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00
1	Pebón cavadora Caterpillar 11.1 5130E	USD 960,000.00	\$10,560,000	\$10,560.00	25%	\$2,640.00	\$2,640.00	\$2,640.00	\$2,640.00	\$2,640.00	\$2,640.00
1	Camión tractor de concreto Caterpillar 771D	USD 510,000.00	\$5,610,000	\$5,610.00	25%	\$1,402.50	\$1,402.50	\$1,402.50	\$1,402.50	\$1,402.50	\$1,402.50
1	Motor para tractor Caterpillar Caterpillar 340	USD 34,000.00	\$374.000	\$374.00	25%	\$93.50	\$93.50	\$93.50	\$93.50	\$93.50	\$93.50
1	Planta de tratamiento de aguas	USD 3,500,000.00	\$38,500,000	\$38,500.00	25%	\$9,625.00	\$9,625.00	\$9,625.00	\$9,625.00	\$9,625.00	\$9,625.00
1	Basculas	USD 24,700.00	\$271,766	\$271.77	25%	\$67.94	\$67.94	\$67.94	\$67.94	\$67.94	\$67.94
1	Carro de Frecia Caterpillar 925	USD 700,000.00	\$7,700,000	\$7,700.00	25%	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00
1	Basculas	USD 24,700.00	\$271,766	\$271.77	25%	\$67.94	\$67.94	\$67.94	\$67.94	\$67.94	\$67.94
1	Planta de Estato Gener	USD 2,200,000.00	\$24,200,000	\$24,200.00	25%	\$6,050.00	\$6,050.00	\$6,050.00	\$6,050.00	\$6,050.00	\$6,050.00
1	Equipo de Laboratorio	\$ 600,000	\$ 600,000	\$600.00	25%	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00
10	Camioneta tipo pickup	\$ 146,000	\$ 1,460,000	\$14,600.00	25%	\$3,650.00	\$3,650.00	\$3,650.00	\$3,650.00	\$3,650.00	\$3,650.00
5	Camion volvo de em	\$ 300,000	\$ 3,000,000	\$15,000.00	25%	\$3,500.00	\$3,500.00	\$3,500.00	\$3,500.00	\$3,500.00	\$3,500.00
1	Autobus para transporte de personas	\$ 200,000	\$ 2,000,000	\$1,000.00	25%	\$250.00	\$250.00	\$250.00	\$250.00	\$250.00	\$250.00
1	Microbus para 24 pasajeros	\$ 150,000	\$ 600,000	\$600.00	25%	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00
1	Camion pipa 10 m	\$ 500,000	\$ 500,000	\$500.00	25%	\$125.00	\$125.00	\$125.00	\$125.00	\$125.00	\$125.00
8	Equipo de compute	\$ 100,000	\$ 100,000	\$1,620.00	31%	\$540.00	\$540.00	\$540.00	\$540.00	\$540.00	\$540.00

Monto anual de depreciación \$44,576 \$44,576 \$44,576 \$44,576 \$44,576 \$44,576

TESIS CON  
 FALTA DE ORIGEN

95A

Cantidad	Descripción	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	Inversión fija	\$1,839.14	\$1,839.14	\$1,839.14	\$1,839.14	\$1,839.14	\$1,839.14	\$1,839.14	\$1,839.14	\$1,839.14	\$1,839.14	\$1,839.14	\$1,839.14	\$1,839.14
1	Inversión preoperativa	\$8.00	\$8.00	\$8.00	\$8.00	\$8.00	\$8.00	\$8.00	\$8.00	\$8.00	\$8.00	\$8.00	\$8.00	\$8.00
1	Merchancía	\$48.60	\$48.60	\$48.60	\$48.60	\$48.60	\$48.60	\$48.60	\$48.60	\$48.60	\$48.60	\$48.60	\$48.60	\$48.60
1	Trayectoria Caterpillar Mod 975	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00
1	Tract. Pull. Impulso E. Rane Mod F. Choboc	\$3,687.92	\$3,687.92	\$3,687.92	\$3,687.92	\$3,687.92	\$3,687.92	\$3,687.92	\$3,687.92	\$3,687.92	\$3,687.92	\$3,687.92	\$3,687.92	\$3,687.92
1	Camión de Frontal Caterpillar 980C	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00
1	Camión de Frontal Caterpillar 980C	\$2,640.00	\$2,640.00	\$2,640.00	\$2,640.00	\$2,640.00	\$2,640.00	\$2,640.00	\$2,640.00	\$2,640.00	\$2,640.00	\$2,640.00	\$2,640.00	\$2,640.00
1	Camión tractor de canchales Caterpillar 771D	\$4,207.50	\$4,207.50	\$4,207.50	\$4,207.50	\$4,207.50	\$4,207.50	\$4,207.50	\$4,207.50	\$4,207.50	\$4,207.50	\$4,207.50	\$4,207.50	\$4,207.50
1	Reduccion de velocidad Caterpillar 980C	\$93.50	\$93.50	\$93.50	\$93.50	\$93.50	\$93.50	\$93.50	\$93.50	\$93.50	\$93.50	\$93.50	\$93.50	\$93.50
1	Fluido de Transmision P. Fluida	\$9,625.00	\$9,625.00	\$9,625.00	\$9,625.00	\$9,625.00	\$9,625.00	\$9,625.00	\$9,625.00	\$9,625.00	\$9,625.00	\$9,625.00	\$9,625.00	\$9,625.00
1	Escudo	\$67.94	\$67.94	\$67.94	\$67.94	\$67.94	\$67.94	\$67.94	\$67.94	\$67.94	\$67.94	\$67.94	\$67.94	\$67.94
1	Cinta para Frenos Caterpillar 975	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00	\$1,925.00
1	Escudo	\$67.94	\$67.94	\$67.94	\$67.94	\$67.94	\$67.94	\$67.94	\$67.94	\$67.94	\$67.94	\$67.94	\$67.94	\$67.94
1	Planta de Astillero General	\$7,150.00	\$7,150.00	\$7,150.00	\$7,150.00	\$7,150.00	\$7,150.00	\$7,150.00	\$7,150.00	\$7,150.00	\$7,150.00	\$7,150.00	\$7,150.00	\$7,150.00
1	Equipo de Laboratorio	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00
16	Camioneta tipo pickup	\$3,650.00	\$3,650.00	\$3,650.00	\$3,650.00	\$3,650.00	\$3,650.00	\$3,650.00	\$3,650.00	\$3,650.00	\$3,650.00	\$3,650.00	\$3,650.00	\$3,650.00
3	Camion volvo de 5m	\$4,500.00	\$4,500.00	\$4,500.00	\$4,500.00	\$4,500.00	\$4,500.00	\$4,500.00	\$4,500.00	\$4,500.00	\$4,500.00	\$4,500.00	\$4,500.00	\$4,500.00
1	Autobus para transporte de personal	\$250.00	\$250.00	\$250.00	\$250.00	\$250.00	\$250.00	\$250.00	\$250.00	\$250.00	\$250.00	\$250.00	\$250.00	\$250.00
1	Autobus para 24 pasajeros	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00
1	Camion pipa 10 m	\$125.00	\$125.00	\$125.00	\$125.00	\$125.00	\$125.00	\$125.00	\$125.00	\$125.00	\$125.00	\$125.00	\$125.00	\$125.00
9	Equipo de cómputo	\$540.00	\$540.00	\$540.00	\$540.00	\$540.00	\$540.00	\$540.00	\$540.00	\$540.00	\$540.00	\$540.00	\$540.00	\$540.00
		\$44,576	\$44,576	\$44,576	\$44,576	\$44,576	\$44,576	\$44,576	\$44,576	\$44,576	\$44,576	\$44,576	\$44,576	\$44,576

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

95 B

Cantidad	Descripción	20
1	Inversión IIR	\$1,839.14
1	Inversión no operativa	\$8.00
9	Móvilario	\$48.00
1	Excavador Caterpillar Mod 623	\$1,925.00
1	Tractor John Deere 5011 Hand Mod U78660	\$3,537.92
1	Cargador Frontal Caterpillar Mod 968C	\$1,575.00
1	Retractor avadora Caterpillar Mod 5136BH	\$2,640.00
1	Camión tractor de concreto, Caterpillar 271D	\$4,707.50
1	Retractor avadora - empadora Caterpillar no	\$93.50
1	Planta de Polarización Isobrit	\$9,628.00
1	Bascula	\$57.94
1	Camión Tractor Caterpillar 927C	\$1,925.00
1	Bascula	\$37.94
1	Planta de Arreglo General	\$7,150.00
1	Equipo de Laboratorio	\$150.00
10	Camioneta tipo pick up	\$3,650.00
1	Camion voltee de 6m <sup>3</sup>	\$4,500.00
1	Autobus para transporte de personal	\$250.00
1	Autobus para 24 pasajeros	\$150.00
1	Camion pipa 10 m	\$125.00
2	Equipo de computo	\$540.00

\$44,576

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

954

en los generales y de administración, pero lo correcto es registrarlos por separado, ya que un capital prestado puede tener usos muy diversos y no hay que cargarlo a un área específica por ser costos, su consideración para cálculo es en el estado de resultados.

Para calcular los costos financieros se considera que el proveedor de los equipos de Caterpillar en México, ofrece condiciones de crédito a 6, 12 y 18 con el 20% de enganche meses a una tasa de interés variable, generalmente se usa la LIBOR más cinco puntos.

Con esto se generan los siguientes costos financieros

Costos financieros por créditos a 18 meses

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio unitario en MN	Monto
1	Traxcavo Caterpillar Mod 973	USD 700,000.00	\$7,700,000	USD 700,000.00
3	Track Drill Ingersoll Rand Mod ECM660	USD 447,020.00	\$4,917,220	USD 1,341,060.00
1	Cargador Frontal Caterpillar Mod 988C	USD 700,000.00	\$7,700,000	USD 700,000.00
1	Retroexcavadora Caterpillar Mod 5130ME	USD 960,000.00	\$10,560,000	USD 960,000.00
3	Camión fuera de carretera Caterpillar 771D	USD 510,000.00	\$5,610,000	USD 1,530,000.00
1	Retroexcavadora - cargadora Caterpillar mod 446B	USD 34,000.00	\$374,000	USD 34,000.00
1	Cargador Frontal Caterpillar 972G	USD 700,000.00	\$7,700,000	USD 700,000.00
1	Planta de trituración Teismhit	USD 3,500,000	\$38,500,000	USD 3,500,000.00
1	Planta de Asfalto Gencor	USD 2,600,000	\$28,600,000	USD 2,600,000.00

Miles de pesos

Enganche 20%	Tasa de interés	Intereses anuales	Intereses anuales (MN) 1er año	Intereses anuales (MN) 2o año
USD 140,000.00	7%	USD 49,000.00	\$539	\$270
USD 268,212.00	7%	USD 93,874.20	\$1,033	\$516
USD 140,000.00	7%	USD 49,000.00	\$539	\$270
USD 192,000.00	7%	USD 67,200.00	\$739	\$370
USD 306,000.00	7%	USD 107,100.00	\$1,178	\$589
USD 6,800.00	7%	USD 2,380.00	\$26	\$13
USD 140,000.00	7%	USD 49,000.00	\$539	\$270
USD 700,000.00	7%	USD 245,000.00	\$2,695	\$1,348
USD 520,000.00	7%	USD 182,000.00	\$2,002	\$1,001
		<b>Costos financieros anuales</b>	<b>\$9,290</b>	<b>\$4,645</b>

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**d. Otros costos.**

Dentro de este apartado, se considera que el servicio de limpieza general, el de nóminas y el de capacitación al personal, serán prestados al organismo por parte de empresas externas especializadas en su rubro, generando lo siguientes costos.

**Otros costos (miles de pesos)**

Concepto	Monto mensual	Monto anual
Servicio externo de nóminas	\$12	\$144
Limpieza	\$26	\$312
Transporte de triturado	\$3,425	\$41,100
Vigilancia	\$254	\$3,043
Costos de permiso ante SEDENA para uso de explosivos.		\$4
<b>Total</b>		<b>44,599</b>

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Costos de mitigación de impacto ambiental.

Los costos de mitigación del impacto ambiental, consisten en constantes mediciones de la emisión de contaminantes, implementación de políticas de acción en caso de contingencia ambiental y, permanente monitoreo de los índices de contaminación en la Ciudad de México.

Los estudios y trabajos realizados son los siguientes:

**Costos para combatir la contaminación (miles de pesos)**

Concepto	Frecuencia anual	Monto	Costo anual
Estudio de monitoreo isocinetico	1	\$ 25	\$ 25
Estudio perimetral de calidad del aire	1	\$ 30	\$ 30
Estudio de monitoreo de gases de combustión de calentadores	4	\$ 2	\$ 8
Estudio de caracterización de aguas residuales	1	\$ 15	\$ 15
Estudio de vibración, ruido y fracciones respirables	1	\$ 3	\$ 3
Programa de reforestación	1	\$ 1,300	\$ 1,300
<b>Total</b>		<b>\$ 1,381</b>	<b>\$ 1,381</b>

**ESTADO PROFORMA DE USOS Y FUENTES DE FONDOS Y FLUJO DE CAJA (CORRIDA BASE)**

Capitulo VI  
1/2

Concepto	Periodo (Años)	FASE PREOPERATIVA												
		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>1. Fuentes</b>		<b>247,616</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>168,013</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>168,013</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>
1.1. Superávit de operación			39,266	39,266	39,266	39,266	39,266	39,266	39,266	39,266	39,266	39,266	39,266	39,266
1.2. Depreciaciones y amortizaciones		0	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576
1.3. Aportaciones de Capital		<b>247,616</b>	0	0	0	0	<b>84,172</b>	0	0	0	0	<b>84,172</b>	0	0
1.3.1 Aportación del GPH		247,616					84,172					84,172		
1.3.2 Aportación de la SH														
1.3.7 Créditos de proveedores de equipos.		0					0							
1.4. Valor de rescate														
<b>2. Usos</b>		<b>247,616</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,620</b>	<b>168,013</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,620</b>	<b>0</b>	<b>168,013</b>	<b>486</b>	<b>1,620</b>
2.1. Inversión Preoperativa		80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1.1 Tratamiento de aguas		50												
2.1.2 Selección de personal		30												
2.2. Inversión Fija		<b>36,783</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
2.2.1 Edificios e instalaciones		36,783												
2.3. Inversión en maquinaria y equipo Parres		<b>96,687</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>96,687</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>96,687</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
2.3.1 Tractor Caterpillar Mod 973		7,700					7,700					7,700		
2.3.2 Tractor Caterpillar Mod ECH600		14,752					14,752					14,752		
2.3.3 Camionador Frontal Caterpillar Mod 988C		7,700					7,700					7,700		
2.3.4 Retroexcavadora Caterpillar Mod 5130HE		10,560					10,560					10,560		
2.3.5 Camion fuera de carretera Caterpillar 771D		16,830					16,830					16,830		
2.3.6 Retroexcavadora cargadora Caterpillar mod 446B		374					374					374		
2.3.7 Planta de trituración Telesmit		38,500					38,500					38,500		
2.3.8 Basculas		272					272					272		
2.4. Inversión en maquinaria y equipo Coyoacán		<b>73,432</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,620</b>	<b>71,326</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,620</b>	<b>0</b>	<b>71,326</b>	<b>486</b>	<b>1,620</b>
2.4.1 Camionador Frontal Caterpillar 972G		7,700					7,700					7,700		
2.4.2 Basculas		272					272					272		
2.4.3 Planta de Asfalto Gencon		28,600					28,600					28,600		
2.4.4 Equipo de campo		1,620				1,620				1,620				1,620
2.4.5 Equipo de Laboratorio		600					600					600		
2.4.6 Camioneta tipo pick up		14,600					14,600					14,600		
2.4.7 Camion volteo de 8m <sup>3</sup>		18,000					18,000					18,000		
2.4.8 Autobus para transporte de personal		1,000					1,000					1,000		
2.4.9 Hicobus para 24 pasajeros		54					54					54		
2.4.10 Habitacle		486										486		
2.4.11 Camion pipa 10 m <sup>3</sup>		500					500					500		
2.4. Inversión en Capital de Trabajo		<b>40,634</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
2.4.1 Caja y banco		1,334												
2.4.2 Almacén de maquila prima		15,772												
2.4.3 Materiales y herramientas para mantenimiento menor		1,650												
2.4.4 Materiales y herramientas para mantenimiento de edificios e ins		42												
2.4.5 Cuentas por pagar		37,500												
2.4.6 Cuentas por cobrar		-15,777												
2.4.7 Inventario de predio terminado		108												
<b>3. Flujo de Caja</b>		<b>0</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>82,221</b>	<b>0</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>82,221</b>	<b>83,841</b>	<b>0</b>	<b>83,355</b>	<b>82,221</b>
<b>4. Flujo de Caja Acumulado</b>		<b>0</b>	<b>83,841</b>	<b>167,683</b>	<b>251,524</b>	<b>333,745</b>	<b>249,573</b>	<b>333,415</b>	<b>417,256</b>	<b>499,477</b>	<b>583,319</b>	<b>499,147</b>	<b>582,502</b>	<b>664,723</b>

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

\* Esta aportación se toma del flujo de caja acumulado de la caja del año inmediato anterior

07/10/2003

97A

**ESTADO PROFORMA DE USOS Y FUENTES DE FONDOS Y FLUJO DE CAJA (CORRIDA BASE)**

Concepto	Periodo (Años)									
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
<b>1. Fuentes</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>168,013</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>169,633</b>	<b>227,815</b>	
1.1. Superávit de operación	39,266	39,266	39,266	39,266	39,266	39,266	39,266	39,266	39,266	
1.2. Depreciaciones y amortizaciones	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	
1.3. Aportaciones de Capital	0	0	84,172	0	0	0	0	85,792	0	
1.3.1 Aportación del GDF.			84,172 *					85,792 *		
1.3.2 Créditos de proveedores de equipos										
1.4 Valor de rescate									143,974	
<b>2. Usos</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>168,013</b>	<b>1,620</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>169,633</b>	<b>0</b>	
2.1 Inversión Preoperativa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2.1.1 Sumates legales										
2.1.2 Selección del personal										
2.2 Inversión Fija	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2.2.1 Edificios e instalaciones										
2.3 Inversión en maquinaria y equipo Parres	0	0	96,687	0	0	0	0	96,687	0	
2.3.1 Tractor Caterpillar Mod 973			7,700					7,700		
2.3.2 Tractor Frontal Ingersoll Rand Mod ECH660			14,752					14,752		
2.3.3 Cargador Frontal Caterpillar Mod 988C			7,700					7,700		
2.3.4 Retroexcavadora Caterpillar Mod 5130HE			10,560					10,560		
2.3.5 Camión fuera de carretera Caterpillar 771D			16,830					16,830		
2.3.6 Retroexcavadora - cargadora Caterpillar mod 446B			374					374		
2.3.7 Planta de trituración Teismhut			38,500					38,500		
2.3.8 Escuelas			272					272		
			0					0		
2.4 Inversión en maquinaria y equipo Coyoacán	0	0	71,326	1,620	0	0	0	72,946	0	
2.4.1 Cargador Frontal Caterpillar 972G			7,700					7,700		
2.4.2 Escuelas			272					272		
2.4.3 Planta de Asfalto Gencon			28,600					28,600		
2.4.4 Equipo de computo				1,620				1,620		
2.4.5 Equipo de Laboratorio			600					600		
2.4.6 Camioneta tipo pick up			14,600					14,600		
2.4.7 Camion volteo de 8m <sup>3</sup>			18,000					18,000		
2.4.8 Autobus para transporte de personal			1,000					1,000		
2.4.9 Hicibus para 24 pasajeros			54					54		
2.4.10 Hobbiano			0					0		
2.4.11 Camion pipa 10 m <sup>3</sup>			500					500		
2.4 Inversión en Capital de Trabajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2.4.1 Caja y billetes										
2.4.2 Almacén de materia prima										
2.4.3 Materiales y refacciones para mantenimiento menor										
2.4.4 Materiales y refacciones para mantenimiento de edificios e ins										
2.4.5 Cuentas por cobrar										
2.4.6 Cuentas por pagar										
2.4.7 Inventario de producto terminado										
<b>3. Flujo de Caja</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>0</b>	<b>82,221</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>0</b>	<b>227,815</b>	
<b>4. Flujo de Caja Acumulado</b>	<b>748,565</b>	<b>832,406</b>	<b>748,234</b>	<b>830,456</b>	<b>914,297</b>	<b>998,138</b>	<b>1,081,979</b>	<b>996,188</b>	<b>1,224,002</b>	

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

\* Esta aportación se toma del flujo acumulado de caja del año inmediato anterior

9713

# Estado Proforma de pérdidas y ganancias

1/3

Concepto	Periodo (años)	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>1. Ingresos</b>		<b>450,000</b>								
1.1 Venta de mezcla.		450,000	450,000	450,000	450,000	450,000	450,000	450,000	450,000	450,000
<b>2. Costos y Gastos</b>		<b>382,300</b>								
2.1 Materia prima		189,264	189,264	189,264	189,264	189,264	189,264	189,264	189,264	189,264
2.2 Mano de obra		7,400	7,400	7,400	7,400	7,400	7,400	7,400	7,400	7,400
2.4 Energía eléctrica		11,153	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153
2.5 Combustible		56,666	56,666	56,666	56,666	56,666	56,666	56,666	56,666	56,666
2.6 Mantenimiento a maquinaria y equipo.		19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805
2.7 Mantenimiento a edificios		42	42	42	42	42	42	42	42	42
2.8 Llantas		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2.9 Lubricantes		314	314	314	314	314	314	314	314	314
2.10 Agua		137	137	137	137	137	137	137	137	137
2.11 Otros costos		44,599	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599
2.12 Plagación del impacto ambiental		1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381
2.13 Administración.		5,962	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962
2.14 Depreciaciones y amortizaciones		44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576
<b>Utilidad antes de Impuestos y P.U.T.</b>		<b>67,700</b>								
<b>Impuesto sobre la Renta (ISR) (32% anual)</b>		<b>21,664</b>								
<b>Participación de utilidades a los trabajadores</b>		<b>6,770</b>								
<b>Utilidad Neta</b>		<b>39,266</b>								

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

06/10/2003

97c

# Estado Proforma de pérdidas y ganancias

2/3

Concepto	Periodo (años)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>1. Ingresos</b>		<b>450,000</b>								
1.1. Venta de mezcla.		450,000	450,000	450,000	450,000	450,000	450,000	450,000	450,000	450,000
<b>2. Costos y Gastos</b>		<b>382,300</b>								
2.1. Materia prima		189,264	189,264	189,264	189,264	189,264	189,264	189,264	189,264	189,264
2.2. Plano de obra		7,400	7,400	7,400	7,400	7,400	7,400	7,400	7,400	7,400
2.4. Energía eléctrica		11,153	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153
2.5. Combustible		56,666	56,666	56,666	56,666	56,666	56,666	56,666	56,666	56,666
2.6. Mantenimiento a maquinaria y equipo.		19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805
2.7. Mantenimiento a edificios		42	42	42	42	42	42	42	42	42
2.8. Hantas		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2.9. Lubricantes		314	314	314	314	314	314	314	314	314
2.10 Agua		137	137	137	137	137	137	137	137	137
2.11 Otros costos		44,599	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599
2.12 Mitigación del impacto ambiental		1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381
2.13 Administración.		5,962	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962
2.14 Depreciaciones y amortizaciones		44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576
<b>Utilidad antes de Impuestos y P.U.T.</b>		<b>67,700</b>								
<b>Impuesto sobre la Renta (ISR) (32% anual)</b>		<b>21,664</b>								
<b>Participación de utilidades a los trabajadores</b>		<b>6,770</b>								
<b>Utilidad Neta</b>		<b>39,266</b>								

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

06/10/2003

qtd

# Estado Proforma de pérdidas y ganancias

3/3

Concepto	Periodo (años)	2022	2023	2024
<b>1. Ingresos</b>		<b>450,000</b>	<b>450,000</b>	<b>450,000</b>
1.1. Venta de mezcla.		450,000	450,000	450,000
<b>2. Costos y Gastos</b>		<b>382,300</b>	<b>382,300</b>	<b>382,300</b>
2.1 Materia prima		189,264	189,264	189,264
2.2 Mano de obra		7,400	7,400	7,400
2.4 Energía eléctrica		11,153	11,153	11,153
2.5 Combustible		56,666	56,666	56,666
2.6 Mantenimiento a maquinaria y equipo.		19,895	19,895	19,895
2.7 Mantenimiento a edificios		42	42	42
2.8 Llantas		1,000	1,000	1,000
2.9 Lubricantes		314	314	314
2.10 Agua		137	137	137
2.11 Otros costos		44,599	44,599	44,599
2.12 Mitigación del impacto ambiental		1,381	1,381	1,381
2.13 Administración.		5,962	5,962	5,962
2.14 Depreciaciones y amortizaciones		44,576	44,576	44,576
<b>Utilidad antes de impuestos y P.U.T.</b>		<b>67,700</b>	<b>67,700</b>	<b>67,700</b>
<b>Impuesto sobre la Renta (ISR) (32% anual)</b>		<b>21,664</b>	<b>21,664</b>	<b>21,664</b>
<b>Participación de utilidades a los trabajadores</b>		<b>6,770</b>	<b>6,770</b>	<b>6,770</b>
<b>Utilidad Neta</b>		<b>39,266</b>	<b>39,266</b>	<b>39,266</b>

**TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN**

06/10/2003

97E

## 7. Evaluación Financiera.

El análisis financiero utiliza métodos para poder evaluar un proyecto, por lo anterior entiéndase el poder obtener índices de evaluación que nos permitan a través de comparaciones con otras operaciones financieras, tomar una decisión, sobre si se realizar una inversión en un proyecto, es así como este estudio es la parte final de la determinación de la factibilidad de un proyecto.

Existen principalmente tres índices que toman en cuenta el valor del dinero en el tiempo, esto para evaluar los proyectos de inversión y establecer parámetros financieros para la toma de decisiones estos son:

- I) Valor presente neto (VPN)
- II) Tasa Interna de Retorno (TIR)
- III) Período de recuperación de la inversión (PRI)

### Valor Presente Neto (VPN)

Es el valor monetario que resulta de restar a las suma de los flujos descontados la inversión realizada en el proyecto, ya sea previo a que empiece o generados en la fase de operación o lo hechos durante esta.

Los flujos netos de efectivo, se pueden representar en un diagrama de tiempo - valor como el siguiente, la línea horizontal representa el horizonte de planeación, en el cual se ejecutará y operará el proyecto, los flujos negativos (inversiones) se grafican con flechas con sentido hacia abajo y los flujos positivos con sentido hacia arriba Fig.21

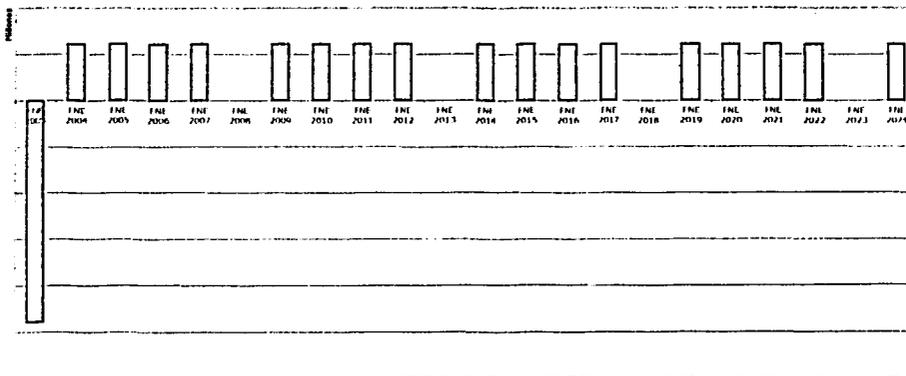


Figura 21 Flujos netos de efectivo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Cuando se hacen cálculos para pasar, en forma equivalente, dinero del presente al futuro o viceversa, se utiliza una "i" de *tasa de actualización* en el primer caso, o *tasa de descuento*, en el segundo, lo que permite que los *valores* (poder adquisitivo del dinero) puedan compararse (sumar o restar) al encontrarse en un mismo momento en el tiempo, de otra manera no será posible hacerlo, pues su poder adquisitivo *valor* sería diferente.

Con lo anterior, la definición de VPN toma sentido, es decir, al sumar los flujos descontados en el presente y restar las inversiones equivalentes, es factible determinar las ganancias esperadas que permitirán cubrir todos los desembolsos necesarios para producir estas ganancias, en términos de su valor equivalente en un momento definido por el valuador como el tiempo cero.

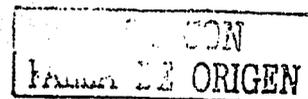
Para aceptar un proyecto las ganancias deberán ser mayores que los desembolsos, lo que dará por resultado que el VPN sea mayor que cero. Para calcular el VPN se utiliza una tasa de descuento fijada por el evaluador, por ejemplo la devaluación del recurso, por efectos de la inflación o cualquier otro elemento macroeconómico puesto que su poder adquisitivo o valor sería diferente, el costo de capital o la tasa mínima aceptable de rendimiento deseada por él, para invertir en el proyecto y asumir los riesgos

Para calcular el VPN se utiliza la siguiente ecuación:

$$VPN = \sum \frac{FNE_n}{(1+i)^n} - P$$

Donde:

- n; número de periodos analizados.
- FNE; Flujo neto de efectivo en el periodo n
- i; tasa de descuento.
- P; valor de la inversión.



### Tasa Interna de retorno o rendimiento (TIR)

La TIR se define como la tasa de descuento que hace que el VPN sea igual a cero, es decir, es la tasa de descuento que iguala la suma de los flujos de caja descontados a la inversión del proyecto.

Se llama Tasa Interna de Rendimiento o Retorno porque supone que el dinero que se gana año con año durante el horizonte de planeación del proyecto o vida útil en su totalidad se tiene disponible para atender los requerimientos de recursos en este periodo, y solo ser *retira* hasta que se cumple este plazo. La TIR nos indica si los flujos de efectivo positivos cubrirán los flujos de efectivo negativos (incluyendo la inversión y la tasa de rendimiento esperada de estos desembolsos).

Si se tiene una TIR, superior al costo utilizado para financiar los flujos del proyecto, entonces se tendrá un rendimiento sobre el capital aportado después de pagar el capital, por el contrario, si se tiene una tasa de retorno menor al costo de capital sería más conveniente para la administración desistir del

proyecto de inversión y destinar esos recursos en algún otro proyecto o en algún instrumento financiero de mayor rendimiento.

La TIR puede expresarse como sigue:

$$0(\text{cero}) = \sum_{n=1}^m \left[ \frac{FNE_n}{(1+TIR)^n} \right] - P$$

Donde:

$FNE_n$ ; Flujo de efectivo del periodo  $n$   
 $n$ ; número de periodos  
 $TIR$ ; Tasa interna de retorno  
 $P$ ; Valor de la inversión.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Periodo de recuperación de la inversión (PRI)

Se define como el tiempo necesario para que los flujos de caja descontados igualen el capital invertido

El Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) se utiliza para conocer en cuanto tiempo una inversión genera los recursos suficientes para igualar el monto de dicha inversión.

El PRI puede expresarse como

$$PRI = N - 1 + \text{abs} \left[ \frac{(FA)_n - 1}{(F)_n} \right]$$

Donde;

$N$ ; año en que el flujo acumulado cambia de signo  
 $(FA)_{n-1}$ ; flujo de efectivo acumulado en el año previo a  $n$   
 $(F)_n$ ; flujo de efectivo en el año  $n$ .  
 $\text{Abs}$ ; valor absoluto de la operación.

Una vez definidos los conceptos anteriores, es posible pasar a la evaluación financiera del proyecto, teniendo así los indicadores necesarios para determinar la bondad del proyecto, es decir, si éste es rentable o no; para ello se muestra a cada uno de los indicadores anteriores.

### 7.1.1 Evaluación Financiera.



#### Tasa Interna de Retorno

De los flujos netos de efectivo obtenidos en el estado pro forma de usos de fuentes y flujo de caja, se obtiene una TIR= 0.3 ó 30%.

### 7.1.2 Análisis de Sensibilidad.

Se denomina Análisis de Sensibilidad (A.S.) al procedimiento por el medio del cual se determina cuanto se afecta (qué tan sensible es) cualquier indicador de evaluación ante cambios en determinadas variables del proyecto.

El proyecto tiene una gran cantidad de variables, un resumen de éstas es el que registran los estados financieros. El análisis de sensibilidad está encaminado a variar cada una de las variables para observar el efecto de la modificación sobre los indicadores, en razón de la incertidumbre que acerca de ellas pudiera tenerse.

En este trabajo, las variables a modificarse son:

1. **Ingresos.** Decremento del 15% en el volumen de ventas, contemplando futuros problemas, en el consumo de mezcla por parte de las dependencias.
2. **Créditos de corto y mediano plazo** Originalmente se contempló qué adquisición de los equipos en un sólo pago, sin embargo, es posible hacerlo a través de créditos de 18 meses desembolsando 20% de enganche y como interés el valor actual de la tasa Libor + 5 puntos porcentuales.

Con esas modificaciones a las variables la bondad del proyecto desde el punto de vista de la TIR es el siguiente:

#### Tasa Interna de Retorno

La Tasa Interna de Retorno para ambos casos se presenta como sigue:

1. TIR= 0.15 ó 15%
2. TIR= 0.38 ó 38%

Como es prácticamente imposible predecir cual será el comportamiento de las variables macroeconómicas como inflación, devaluaciones, etc., en el largo

**ESTADO PROFORMA DE USOS Y FUENTES DE FONDOS Y FLUJO DE CAJA**

Analisis de sensibilidad 1.

1/2

Concepto	Periodo (Años)	FASE PREOPERATIVA												
		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>1. Fuentes</b>		<b>247,616</b>	<b>44,691</b>	<b>44,691</b>	<b>44,691</b>	<b>44,691</b>	<b>168,013</b>	<b>44,691</b>	<b>44,691</b>	<b>44,691</b>	<b>44,691</b>	<b>168,013</b>	<b>44,691</b>	<b>44,691</b>
1.1. Superávit de operación			116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116
1.2. Depreciaciones y amortizaciones		0	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576
1.3. Aportaciones de Capital		247,616	0	0	0	0	123,322	0	0	0	0	123,322	0	0
1.3.1 Aportación del GDF		247,616					123,322*					123,322*		
1.3.2 Créditos de proveedores de equipos		0												
1.4. Valor de rescate														
<b>2. Usos</b>		<b>247,616</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,620</b>	<b>168,013</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,620</b>	<b>0</b>	<b>168,013</b>	<b>486</b>	<b>1,620</b>
2.1. Inversión Preoperativa		80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1.1 Trámites legales		50												
2.1.2 Selección del personal		30												
2.2. Inversión Fija		36,783	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2.1 Edificios e instalaciones		36,783												
2.3. Inversión en maquinaria y equipo Parres		96,687	0	0	0	0	96,687	0	0	0	0	96,687	0	0
2.3.1 Traccavo Caterpillar Mod 973		7,700					7,700					7,700		
2.3.2 Truck Drill Intersoil Bond Ford ECM660		14,752					14,752					14,752		
2.3.3 Excavador Frontal Caterpillar Mod 988C		7,700					7,700					7,700		
2.3.4 Retrorexcavadora Caterpillar Mod 5130ML		10,560					10,560					10,560		
2.3.5 Camion fuera de carretera Caterpillar 771D		16,830					16,830					16,830		
2.3.6 Retroexcavadora - carretera Caterpillar mod 446B		374					374					374		
2.3.7 Planta de trituración Teclmhit		38,500					38,500					38,500		
2.3.8 Basculas		272					272					272		
2.4. Inversión en maquinaria y equipo Coyoacán		73,432	0	0	0	1,620	71,326	0	0	1,620	0	71,326	486	1,620
2.4.1 Carcador Frontal Caterpillar 972G		7,700					7,700					7,700		
2.4.2 Basculas		272					272					272		
2.4.3 Planta de Asfalto Gencon		28,600					28,600					28,600		
2.4.4 Equipo de computo		1,620				1,620				1,620				1,620
2.4.5 Equipo de Laboratorio		600					600					600		
2.4.6 Camioneta tipo pick up		14,600					14,600					14,600		
2.4.7 Camion volco de 8m <sup>3</sup>		18,000					18,000					18,000		
2.4.8 Autobus para transporte de personal		1,000					1,000					1,000		
2.4.9 Microbus para 24 pasajeros		54					54					54		
2.4.10 Mobiliario		486										486		
2.4.11 Camion pipa 10 m <sup>3</sup>		500					500					500		
2.4. Inversión en Capital de Trabajo		40,634	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.4.1 Caja y bancos		1,334												
2.4.2 Almacen de materia prima		15,772												
2.4.3 Materiales y relaciones para mantenimiento menor		1,650												
2.4.4 Materiales y relaciones para mantenimiento de edificios e ins		42												
2.4.5 Cuentas por cobrar		37,500												
2.4.6 Cuentas por pagar		-15,772												
2.4.7 Inventario de producto terminado		108												
<b>3. Flujo de Caja</b>		<b>0</b>	<b>44,691</b>	<b>44,691</b>	<b>44,691</b>	<b>43,071</b>	<b>0</b>	<b>44,691</b>	<b>44,691</b>	<b>43,071</b>	<b>44,691</b>	<b>0</b>	<b>44,205</b>	<b>43,071</b>
<b>4. Flujo de Caja Acumulado</b>		<b>0</b>	<b>44,691</b>	<b>89,383</b>	<b>134,074</b>	<b>177,145</b>	<b>53,823</b>	<b>98,515</b>	<b>143,206</b>	<b>186,277</b>	<b>230,969</b>	<b>107,647</b>	<b>151,852</b>	<b>194,923</b>

TESIS CON  
 FOLIO 101A

101A

\* Esta aportación se toma del flujo acumulado de caja del año inmediato anterior.

**ESTADO PROFORMA DE USOS Y FUENTES DE FONDOS Y FLUJO DE CAJA**

Analisis de sensibilidad 1.  
2/2

Concepto	Periodo (Años)									
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
<b>1. Fuentes</b>	<b>44,691</b>	<b>44,691</b>	<b>168,013</b>	<b>44,691</b>	<b>44,691</b>	<b>44,691</b>	<b>44,691</b>	<b>169,633</b>	<b>188,665</b>	
1.1. Superávit de operación	116	116	116	116	116	116	116	116	116	
1.2. Depreciaciones y amortizaciones	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	
1.3 Aportaciones de Capital	0	0	123,322	0	0	0	0	124,942	0	
1.3.1 Aportación del GDF.			123,322*					124,942*		
1.3.2 Créditos de proveedores de equipos										
1.4 Valor de rescate									143,974	
<b>2. Usos</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>168,013</b>	<b>1,620</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>169,633</b>	<b>0</b>	
2.1 Inversión Preoperativa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2.1.1 Bienes legales										
2.1.2 Selección del personal										
2.2 Inversión Fija	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2.2.1 Edificios e instalaciones										
2.3 Inversión en maquinaria y equipo Parres	0	0	96,687	0	0	0	0	96,687	0	
2.3.1 Tractor Caterpillar Mod 973			7,700					7,700		
2.3.2 Back Drill Ingersoll Rand FCH660			14,752					14,752		
2.3.3 Carabidor Frontal Caterpillar Mod 988C			7,700					7,700		
2.3.4 Retroexcavadora Caterpillar Mod S130ME			10,560					10,560		
2.3.5 Camión fuera de carretera Caterpillar 771D			16,830					16,830		
2.3.6 Retroexcavadora - cargadora Caterpillar mod 446B			374					374		
2.3.7 Planta de Trituración Telesmt			38,500					38,500		
2.3.8 Bascuñas			272					272		
2.4 Inversión en maquinaria y equipo Coyoacán	0	0	71,326	1,620	0	0	0	72,946	0	
2.4.1 Carcador Frontal Caterpillar 977G			7,700					7,700		
2.4.2 Bascuñas			272					272		
2.4.3 Planta de Asfalto Gencor			28,600					28,600		
2.4.4 Equipo de cómputo				1,620				1,620		
2.4.5 Equipo de Laboratorio			600					600		
2.4.6 Camioneta tipo pick up			14,600					14,600		
2.4.7 Camion volteo de 8m³			18,000					18,000		
2.4.8 Autobus para transporte de personal			1,000					1,000		
2.4.9 Microbus para 24 pasajeros			54					54		
2.4.10 Mobiliario			0					0		
2.4.11 Camion pipa 10 m³			500					500		
2.4 Inversión en Capital de Trabajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2.4.1 Caja y bancos										
2.4.2 Almacén de materia prima										
2.4.3 Materiales y refacciones para mantenimiento menor										
2.4.4 Materiales y refacciones para mantenimiento de edificios e hrs										
2.4.5 Cuentas por cobrar										
2.4.6 Cuentas por pagar										
2.4.7 Inventario de producto terminado										
<b>3. Flujo de Caja</b>	<b>44,691</b>	<b>44,691</b>	<b>0</b>	<b>43,071</b>	<b>44,691</b>	<b>44,691</b>	<b>44,691</b>	<b>0</b>	<b>188,665</b>	
<b>4. Flujo de Caja Acumulado</b>	<b>239,615</b>	<b>284,306</b>	<b>160,984</b>	<b>204,056</b>	<b>248,747</b>	<b>293,438</b>	<b>338,129</b>	<b>213,188</b>	<b>401,852</b>	

**TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN**

\* Esta aportación se toma del flujo acumulado de caja del año inmediato anterior.

10113

# Estado Proforma de pérdidas y ganancias

Capítulo VII  
Análisis de sensibilidad 1  
3/3

Concepto	Periodo (años)	2022	2023	2024
<b>1. Ingresos</b>		<b>382,500</b>	<b>382,500</b>	<b>382,500</b>
1.1. Venta de mezcla.		382,500	382,500	382,500
<b>2. Costos y Gastos</b>		<b>382,300</b>	<b>382,300</b>	<b>382,300</b>
2.1 Materia prima		139,264	139,264	139,264
2.2 Mano de obra		7,400	7,400	7,400
2.3 Energía eléctrica		11,153	11,153	11,153
2.5 Combustible		56,666	56,666	56,666
2.6 Mantenimiento a maquinaria y equipo.		19,805	19,805	19,805
2.7 Mantenimiento a edificios		42	42	42
2.8 Plantas		1,000	1,000	1,000
2.9 Lubricantes		314	314	314
2.10 Agua		137	137	137
2.11 Otros costos		44,599	44,599	44,599
2.1.2 Mitigación del impacto ambiental		1,381	1,381	1,381
2.13 Administración.		5,962	5,962	5,962
2.14 Depreciaciones y amortizaciones		44,576	44,576	44,576
<b>Utilidad antes de Impuestos y P.U.T.</b>		<b>200</b>	<b>200</b>	<b>200</b>
<b>Impuesto sobre la Renta (ISR) (32% anual)</b>		<b>64</b>	<b>64</b>	<b>64</b>
<b>Participación de utilidades a los trabajadores</b>		<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>
<b>Utilidad Neta</b>		<b>116</b>	<b>116</b>	<b>116</b>

**TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN**

06/10/2003

1010

# Estado Proforma de pérdidas y ganancias

Capítulo VII  
Análisis de sensibilidad 1  
2/3

Concepto	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>1. Ingresos</b>	<b>382,500</b>								
1.1. Venta de mezcla.	382,500	382,500	382,500	382,500	382,500	382,500	382,500	382,500	382,500
<b>2. Costos y Gastos</b>	<b>382,300</b>								
2.1. Materia prima	189,264	189,264	189,264	189,264	189,264	189,264	189,264	189,264	189,264
2.2. Mano de obra	7,400	7,400	7,400	7,400	7,400	7,400	7,400	7,400	7,400
2.3. Energía eléctrica	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153
2.4. Combustible	56,666	56,666	56,666	56,666	56,666	56,666	56,666	56,666	56,666
2.5. Mantenimiento a maquinaria y equipo.	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805
2.7. Mantenimiento a edificios	42	42	42	42	42	42	42	42	42
2.8. Horas	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2.9. Lubricantes	314	314	314	314	314	314	314	314	314
2.10. Agua	137	137	137	137	137	137	137	137	137
2.11. Otros costos	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599
2.12. Mitigación del impacto ambiental	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381
2.13. Administración	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962
2.14. Depreciaciones y amortizaciones	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576
<b>Utilidad antes de Impuestos y P.U.T.</b>	<b>200</b>								
<b>Impuesto sobre la Renta (ISR) (32% anual)</b>	<b>64</b>								
<b>Participación de utilidades a los trabajadores</b>	<b>20</b>								
<b>Utilidad Neta</b>	<b>116</b>								

**TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN**

06/10/2003

1011D

# Estado Proforma de pérdidas y ganancias

Capítulo VII  
Análisis de sensibilidad 1  
1/3

Concepto	Periodo (años)									
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
<b>1. Ingresos</b>	<b>382,500</b>									
1.1. Venta de merca.	382,500	382,500	382,500	382,500	382,500	382,500	382,500	382,500	382,500	382,500
<b>2. Costos y Gastos</b>	<b>382,300</b>									
2.1. Salario prima	189,264	189,264	189,264	189,264	189,264	189,264	189,264	189,264	189,264	189,264
2.2. Costo de obra	7,400	7,400	7,400	7,400	7,400	7,400	7,400	7,400	7,400	7,400
2.3. Seguro de obra	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153
2.4. Salario fijo	50,695	50,695	50,695	50,695	50,695	50,695	50,695	50,695	50,695	50,695
2.5. Materiales e insumos	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805
2.6. Mantenimiento a edificios	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
2.7. Salario fijo	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050
2.8. Materiales	214	214	214	214	214	214	214	214	214	214
2.9. Agua	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137
2.10. Otros costos	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599
2.11. Mitigación del impacto ambiental	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381
2.12. Adquisición de terrenos	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962
2.14. Depreciación y amortización	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576
<b>Utilidad antes de Impuestos y P.U.I.</b>	<b>200</b>									
Impuesto sobre la Renta (ISR) (32% anual)	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
Participación de utilidades a los trabajadores	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
<b>Utilidad Neta</b>	<b>116</b>									

**TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN**

06/10/2003

101E

# Estado Proforma de pérdidas y ganancias

Capítulo VII  
Análisis de sensibilidad 1  
1/3

Concepto	Periodo (años)	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>1. Ingresos</b>		<b>382,500</b>								
1.1. Venta de mezcla.		382,500	382,500	382,500	382,500	382,500	382,500	382,500	382,500	382,500
<b>2. Costos y Gastos</b>		<b>382,300</b>								
2.1. Salario propio		189,264	189,264	189,264	189,264	189,264	189,264	189,264	189,264	189,264
2.2. Salario de obra		7,400	7,400	7,400	7,400	7,400	7,400	7,400	7,400	7,400
2.3. Energía eléctrica		11,153	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153
2.5. Combustible		56,666	56,666	56,666	56,666	56,666	56,666	56,666	56,666	56,666
2.6. Mantenimiento a maquinaria y equipo.		19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805
2.7. Mantenimiento a edificios		42	42	42	42	42	42	42	42	42
2.8. Lluvia		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2.9. Lubricantes		314	314	314	314	314	314	314	314	314
2.10. Agua		137	137	137	137	137	137	137	137	137
2.11. Otros costos		44,599	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599
2.12. Mitigación del impacto ambiental		1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381
2.13. Administración.		5,962	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962
2.14. Depreciaciones y amortizaciones		44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576
<b>Utilidad antes de Impuestos y P.U.T.</b>		<b>200</b>								
<b>Impuesto sobre la Renta (ISR) (32% anual)</b>		<b>64</b>								
<b>Participación de utilidades a los trabajadores</b>		<b>20</b>								
<b>Utilidad Neta</b>		<b>116</b>								

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**ESTADO PROFORMA DE USOS Y FUENTES DE FONDOS Y FLUJO DE CAJA**

Análisis de sensibilidad 2

1/2

Concepto	Período (Años)	FASE													
		PRI OPERATIVA	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>1. Fuentes</b>		<b>247,616</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>168,013</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>168,013</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	
1.1. Superávit de operación			39,266	39,266	39,266	39,266	39,266	39,266	39,266	39,266	39,266	39,266	39,266	39,266	
1.2 Depreciaciones y amortizaciones		0	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	
1.3 Aportaciones de Capital		<b>247,616</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>84,172*</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>84,172*</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
1.3.1 Aportación del GDF.			114,529				84,172*					84,172*			
1.3.2 Créditos de proveedores de equipos.			133,087												
1.4 Valor de rescate															
<b>2. Usos</b>		<b>247,616</b>	<b>66,544</b>	<b>66,544</b>	<b>0</b>	<b>1,620</b>	<b>168,013</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,620</b>	<b>0</b>	<b>168,013</b>	<b>486</b>	<b>1,620</b>	
2.1 Inversión Preoperativa		<b>80</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
2.1.1 Trámites legales		50													
2.1.2 Selección del personal		30													
2.2 Inversión Fija		<b>36,783</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
2.2.1 Edificios e instalaciones.		36,783													
2.3 Inversión en maquinaria y equipo Parres		<b>96,687</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>96,687</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>96,687</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
2.3.1 Traxcavo Caterpillar Mod 973		7,700					7,700					7,700			
2.3.2 Back Drill Ingersoll Rand Mod EC11660		14,752					14,752					14,752			
2.3.3 Carquador Frontal Caterpillar Mod 988C		7,700					7,700					7,700			
2.3.4 Retroexcavadora Caterpillar Mod 5130HE		10,560					10,560					10,560			
2.3.5 Cannon fuera de carretera Caterpillar 771D		16,830					16,830					16,830			
2.3.6 Retroexcavadora - cargadora Caterpillar mod 446B		374					374					374			
2.3.7 Planta de trituración Teclmut		38,500					38,500					38,500			
2.3.8 Basculas		272					272					272			
2.4 Inversión en maquinaria y equipo Coyoacán		<b>73,432</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,620</b>	<b>71,326</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,620</b>	<b>0</b>	<b>71,326</b>	<b>486</b>	<b>1,620</b>	
2.4.1 Carquador Frontal Caterpillar 972G		7,700					7,700					7,700			
2.4.2 Basculas		272					272					272			
2.4.3 Planta de Asfalto Gencor		28,600					28,600					28,600			
2.4.4 Equipo de cómputo		1,620				1,620				1,620				1,620	
2.4.5 Equipo de Laboratorio		600					600					600			
2.4.6 Camioneta tipo pick up		14,600					14,600					14,600			
2.4.7 Camión volteo de 8m <sup>3</sup>		18,000					18,000					18,000			
2.4.8 Autobus para transporte de personal		1,000					1,000					1,000			
2.4.9 Microbus para 24 pasajeros		54					54					54			
2.4.10 Mobiliario		486											486		
2.4.11 Camion papa 10 m <sup>3</sup>		500					500					500			
2.4 Inversión en Capital de Trabajo		<b>40,634</b>	<b>66,544</b>	<b>66,544</b>	<b>0</b>										
2.4.1 Caja y bancos		1,334													
2.4.2 Almacén de materia prima		15,772													
2.4.3 Materiales y refacciones para mantenimiento menor		1,650													
2.4.4 Materiales y refacciones para mantenimiento de edificios e ins		42													
2.4.5 Cuentas por : bna		37,500													
2.4.6 Cuentas por pagar		-15,772													
2.4.7 Inventario de producto terminado		108													
2.4.8 Amortización de créditos			66,544	66,544											
<b>3. Flujo de Caja</b>		<b>0</b>	<b>17,298</b>	<b>17,298</b>	<b>83,841</b>	<b>82,221</b>	<b>0</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>82,221</b>	<b>83,841</b>	<b>0</b>	<b>83,355</b>	<b>82,221</b>	
<b>4. Flujo de Caja Acumulado</b>		<b>0</b>	<b>17,298</b>	<b>34,595</b>	<b>118,437</b>	<b>200,658</b>	<b>116,486</b>	<b>200,327</b>	<b>284,169</b>	<b>366,390</b>	<b>450,231</b>	<b>366,059</b>	<b>449,415</b>	<b>531,636</b>	

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

\* Esta aportación se toma del flujo acumulado de caja del año inmediato anterior

101F

**ESTADO PROFORMA DE USOS Y FUENTES DE FONDOS Y FLUJO DE CAJA**

Análisis de sensibilidad 2  
2/2

Concepto	Periodo (Años)									
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
<b>1. Fuentes</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>168,013</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>169,633</b>	<b>227,815</b>	
1.1. Superávit de operación	39,266	39,266	39,266	39,266	39,266	39,266	39,266	39,266	39,266	
1.2 Depreciaciones y amortizaciones	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	
1.3 Aportaciones de Capital	0	0	84,172'	0	0	0	0	85,792'	0	
1.3.1 Aportación del GDF			84,172'					85,792'		
1.3.2 Créditos de proveedores de equipos										
1.4 Valor de rescate									143,974	
<b>2. Usos</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>168,013</b>	<b>1,620</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>169,633</b>	<b>0</b>	
2.1 Inversión Preoperativa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2.1.1 Trámites legales										
2.1.2 Selección del personal										
2.2 Inversión Fija	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2.2.1 Edificios e instalaciones										
2.3 Inversión en maquinaria y equipo Parres	0	0	96,687	0	0	0	0	96,687	0	
2.3.1 Tractor Caterpillar Mod 973			7,700					7,700		
2.3.2 Tractor Ditch Ingersoll Rand Mod EC116G			14,752					14,752		
2.3.3 Condador Frontal Caterpillar Mod 988C			7,700					7,700		
2.3.4 Retroexcavadora Caterpillar Mod 5130HE			10,560					10,560		
2.3.5 Camión tractor de carretera Caterpillar 771D			16,830					16,830		
2.3.6 Retroexcavadora - cargadora Caterpillar mod 446B			374					374		
2.3.7 Planta de trituración Telesmat			38,500					38,500		
2.3.8 Escaleras			272					272		
			0					0		
2.4 Inversión en maquinaria y equipo Coyoacán	0	0	71,326	1,620	0	0	0	72,946	0	
2.4.1 Condador Frontal Caterpillar 972G			7,700					7,700		
2.4.2 Escaleras			272					272		
2.4.3 Planta de Asfalto Gencon			28,600					28,600		
2.4.4 Equipo de cómputo				1,620				1,620		
2.4.5 Equipo de Laboratorio			600					600		
2.4.6 Camioneta tipo pick up			14,600					14,600		
2.4.7 Camion volteo de 8m <sup>3</sup>			18,000					18,000		
2.4.8 Autobus para transporte de personal			1,000					1,000		
2.4.9 Microbus para 24 pasajeros			54					54		
2.4.10 Microbus			0					0		
2.4.11 Camion pipa 10 m <sup>3</sup>			500					500		
2.4 Inversión en Capital de Trabajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2.4.1 Caja y Bancos										
2.4.2 Almacén de materia prima										
2.4.3 Materiales y refacciones para mantenimiento menor										
2.4.4 Materiales y refacciones para mantenimiento de edificios e ins										
2.4.5 Luces por color										
2.4.6 Circuitos por panel										
2.4.7 Inventario de producto terminado										
2.4.8 Amortización de créditos										
<b>3. Flujo de Caja</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>0</b>	<b>82,221</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>83,841</b>	<b>0</b>	<b>227,815</b>	
<b>4. Flujo de Caja Acumulado</b>	<b>615,477</b>	<b>699,319</b>	<b>615,147</b>	<b>697,368</b>	<b>781,210</b>	<b>865,051</b>	<b>948,892</b>	<b>863,100</b>	<b>1,090,915</b>	

**TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN**

\* Esta aportación se toma del flujo acumulado de caja del año inmediato anterior

1016

# Estado Proforma de pérdidas y ganancias

Análisis de sansibilidad 2

1/3

Concepto	Periodo (años)	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>1. Ingresos</b>		<b>450,000</b>								
1.1. Venta de mezcla.		450,000	450,000	450,000	450,000	450,000	450,000	450,000	450,000	450,000
<b>2. Costos y Gastos</b>		<b>382,300</b>								
2.1 Materia prima		139,264	139,264	139,264	139,264	139,264	139,264	139,264	139,264	139,264
2.2 Mano de obra		7,400	7,400	7,400	7,400	7,460	7,400	7,400	7,400	7,400
2.3 Energía eléctrica		11,153	11,153	11,152	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153
2.5 Combustible		56,666	56,666	56,666	56,666	56,666	56,666	56,666	56,666	56,666
2.6 Mantenimiento a maquinaria y equipo.		19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805
2.7 Mantenimiento a edificios		42	42	42	42	42	42	42	42	42
2.8 Plantas		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2.9 Lubricantes		314	314	314	314	314	314	314	314	314
2.10 Agua		137	137	137	137	137	137	137	137	137
2.11 Otros costos		44,599	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599
2.13 Mitigación del impacto ambiental		1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381
2.17 Administración		5,962	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962
2.14 Depreciaciones y amortizaciones		44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576
Costos financieros		9,290	4,645							
<b>Utilidad antes de Impuestos y P.U.T.</b>		<b>67,700</b>								
<b>Impuesto sobre la Renta (ISR) (32 % anual)</b>		<b>21,664</b>								
<b>Participación de utilidades a los trabajadores</b>		<b>6,770</b>								
<b>Utilidad Neta</b>		<b>39,266</b>								

**TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN**

06/10/2003

101H

# Estado Proforma de pérdidas y ganancias

Análisis de sensibilidad 2  
2/3

Concepto	Periodo (años)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>1. Ingresos</b>		<b>450,000</b>								
1.1 Venta de mezcla.		450,000	450,000	450,000	450,000	450,000	450,000	450,000	450,000	450,000
<b>2. Costos y Gastos</b>		<b>382,300</b>								
2.1 Materia prima		139,264	139,264	139,264	139,264	139,264	139,264	139,264	139,264	139,264
2.2 Mano de obra		7,400	7,400	7,400	7,400	7,400	7,400	7,400	7,400	7,400
2.3 Energía eléctrica		11,153	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153
2.4 Combustible		56,666	56,666	56,666	56,666	56,666	56,666	56,666	56,666	56,666
2.6 Mantenimiento a maquinaria y equipo.		19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805
2.7 Mantenimiento a edificios		42	42	42	42	42	42	42	42	42
2.8 Llantas		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2.9 Lubricantes		314	314	314	314	314	314	314	314	314
2.10 Agua		137	137	137	137	137	137	137	137	137
2.11 Otros costos		44,599	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599	44,599
2.12 Mitigación del impacto ambiental		1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381
2.13 Administración		5,962	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962	5,962
2.14 Depreciaciones y amortizaciones		44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576	44,576
Costos financieros										
<b>Utilidad antes de Impuestos y P.U.T.</b>		<b>67,700</b>								
<b>Impuesto sobre la Renta (ISR) (32% anual)</b>		<b>21,664</b>								
<b>Participación de utilidades a los trabajadores</b>		<b>6,770</b>								
<b>Utilidad Neta</b>		<b>39,266</b>								

**TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN**

06/10/2003

1011

# Estado Proforma de pérdidas y ganancias

Análisis de sensibilidad 2  
3/3

Concepto	Periodo (años)		
	2022	2023	2024
<b>1. Ingresos</b>	<b>450,000</b>	<b>450,000</b>	<b>450,000</b>
1.1 Venta de mezcla.	450,000	450,000	450,000
<b>2. Costos y Gastos</b>	<b>382,300</b>	<b>382,300</b>	<b>382,300</b>
2.1 Materia prima	139,264	139,264	139,264
2.2 Salario de obra	7,400	7,400	7,400
2.3 Energía eléctrica	11,153	11,153	11,153
2.4 Materiales	36,666	36,666	36,666
2.5 Mantenimiento a maquinaria y equipo.	19,805	19,805	19,805
2.6 Mantenimiento a edificios	42	42	42
2.8 Luces	1,000	1,000	1,000
2.9 Lubricantes	314	314	314
2.10 Agua	137	137	137
2.11 Otros costos	44,599	44,599	44,599
2.12 Mitigación del impacto ambiental	1,381	1,381	1,381
2.13 Administración.	5,962	5,962	5,962
2.14 Depreciaciones y amortizaciones	44,576	44,576	44,576
Costos financieros			
Utilidad antes de impuestos y P.U.T.	67,700	67,700	67,700
Impuesto sobre la renta (ISR) (32% anual)	21,664	21,664	21,664
Participación de utilidades a los trabajadores	6,770	6,770	6,770
Utilidad Neta	39,266	39,266	39,266

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

06/10/2003

1015

plazo de duración del proyecto (20 años), mismas que pueden afectar o beneficiar un proyecto, se asume que ante cualquier variación de éstas, el inversionista buscará ajustar las variables que permitan reestablecer el equilibrio financiero del proyecto, (por ejemplo modificando los precios de venta de los productos fabricados en la planta) de manera tal que sea posible obtener los flujos de efectivo que permitan que la TIR o cualquier otro indicador permanezca como se estimó en la evaluación inicial del proyecto.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **8. Evaluación Económica y Ambiental.**

### **8.1. Evaluación socioeconómica.**

#### **Población beneficiada.**

Con la producción de mezclas asfálticas se mantienen la mayoría de las vialidades en la ciudad de México, esto se traduce a que la población beneficiada directamente son todos los habitantes del Distrito Federal y zona conurbana que diariamente circulan por las vialidades en vehículos particulares o del servicio público colectivo o individual.

Considerando que el buen estado de las carpetas asfálticas se traduce en mayor seguridad, y por lo tanto menores tiempos de traslados y menos congestionamientos viales.

#### **Empleos generados.**

Uno de los impactos benéficos más importantes del proyecto es la generación de 124 empleos directos; adicionalmente se tienen empleos secundarios, como en el caso de el acarreo de material hacia la Planta en Coyoacán que requerirá operadores de tractocamiones y peones. La existencia de materia prima para la fabricación de mezcla asfáltica permitirá el mantenimiento y construcción de pavimentos para la Ciudad de México y zonas aledañas, lo que genera un número considerable de fuentes de trabajo.

#### **Seguridad en las construcciones vecinas en Parres.**

En el proyecto se ha previsto evitar a toda costa la afectación de las construcciones vecinas a la Planta como consecuencia de la vibración producida por las detonación, para ello se aplicarán los resultados de los estudios que en este sentido se hicieron en 1988 en lo bancos de roca de la Planta de Asfalto; la conclusión de dichos estudios se explica a continuación.

Se realizó una inspección detallada en el banco de roca donde se realizan las detonaciones con explosivos, así como de las viviendas de la colonia Santo Domingo, Delegación Coyoacán, que colinda con la Planta de Asfalto del Distrito Federal, para de determinar la ubicación de barrenos, cantidades de explosivo y ubicación de un sismógrafo para calcular la intensidad de la vibración producida por las detonaciones.

El análisis de los resultados obtenidos del sismógrafo para las detonaciones indica que la velocidad de la partícula no rebasa los límites de seguridad para voladuras, ya que el valor más alto de velocidad de la partícula fue de 0.682 in/s y el criterio de seguridad para voladuras propuesto por USBM según reporte R18507, indica que para que puedan iniciarse daños en casas e

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

instalaciones que circundan el área donde se utilizan explosivos, la velocidad de partículas tendría que rebasar 2.0in/s, por lo que se concluye que los trabajos que se realizan en la Planta no ponen en peligro a los habitantes cercanos ni causan daño a las casas vecinas.

## 8.2 Evaluación Ambiental

Del estudio de impacto ambiental, (mismo que se presenta en los anexos de información) se obtienen resultados y sus medidas de mitigación.

Los costos generados por la mitigación del impacto ambiental se contemplan en el capítulo destinado a la estimación de costos, gastos e ingresos y en el se contemplan todas las medidas, incluyendo los programas anuales de reforestación.

### Evaluación de Impacto ambiental en Parres.

#### Atmósfera

##### Calidad del aire

El impacto será extensivo y reversible puesto que los contaminantes gaseosos tendrán la facilidad de difusión mediante los movimientos y turbulencias atmosféricas, y las condiciones retornarán a su estado original en cuanto cese la acción.

El impacto se evalúa como no significativo debido a la mitigación natural que propician los siguientes factores.

- **Topografía del lugar:** El sitio de la planta se encuentra en un lugar elevado
- **Localización:** Al sur del valle de México, que es hacia donde tiende la dirección de los vientos dominantes
- **Presencia de espacios verdes:** El predio se encuentra en una zona verde, rodeada de bosque y pastizales.

##### Nivel de ruido.

Debido a las medidas que se han tomado en el proyecto, se estima que será raro que los habitantes más cercanos a la Planta sufran los ruidos producidos por el área, puesto que el nivel de presión acústica será muy inferior al existente en ciertos lugares localizados del predio. Sin embargo, como medida de control durante la operación, se estudiará el nivel de ruido percibido a nivel habitacional en las áreas próximas a la Planta, y si es causado por las actividades de producción, talleres o transporte de material, se actuará al respecto.

El impacto de ruido existente se considera adverso, indirecto, permanente durante la vida útil de proyecto, localizado en el predio y reversible. Se implantarán medidas de mitigación de este impacto con probabilidad de ocurrencia alta y magnitud moderada.

## **Geomorfología**

### **Paisaje**

La perturbación en el paisaje será mitigada con la existencia de una cortina de árboles de 40m de ancho en todo el perímetro del predio que será establecida desde la preparación del mismo; esta barrera disminuirá las condiciones estéticas adversas que se tendrán en la zona de explotación de la roca.

Un elemento que afectará la estética del conjunto es la existencia de tanques elevados que harán nacer una imagen desfavorable en el lugar.

El impacto del proyecto en el paisaje será adverso, indirecto y permanente durante los 20 años de vida útil del mismo, localizado en el sitio, reversible y recuperable pues se implantarán medidas de compensación. Considerando las medidas de atenuación que se ha integrado al proyecto desde las etapas de planeación y diseño, se estima que el impacto será mitigable y de magnitud moderada.

### **Suelo**

Es conveniente aclarar que la remoción de suelo no será inmediata sobre toda el área del predio en donde se aprovechará la piedra, sino que el desmonte se realizará paulatinamente conforme se avance en los frentes de aprovechamiento a lo largo de los 20 años de vida útil del proyecto. La capa de suelo fértil protegerá de la erosión hídrica y eólica con vegetación, para formar un depósito que después pueda usarse en la reforestación del predio, conforme se vayan desocupando las áreas de aprovechamiento de piedra.

El impacto del proyecto en el suelo se considera adverso, indirecto, permanente, localizado y reversible mediante medidas de mitigación. La magnitud del impacto se considera moderada considerando la aplicación de medidas de protección y conservación del suelo.

### **Vegetación**

La vegetación en el predio se compone de bosque 58% y pastizal 42% aproximadamente.

#### **Bosque.**

De acuerdo a un censo de árboles efectuado en el predio, se contó un total de 1800 árboles. En el área de 269,426.9 m<sup>2</sup> que se reforestará y se conservará durante la operación se tendrán aproximadamente 10,777 árboles de la misma especie de los que se encuentran actualmente en la zona. En consecuencia el impacto será benéfico debido al aumento en el número de individuos del bosque (densidad); directo, permanente, localizado e irreversible. La magnitud del impacto se evalúa como muy significativa.

**Pastizal.**

En el predio se sembraba avena con el fin de dedicar el terreno a la crianza de ganado bovino. Una vez iniciadas las operaciones de la Planta fue posible continuar con este uso del suelo. En una importante proporción de los pastizales existentes en el predio se plantarán árboles y las áreas restantes desaparecerán paulatinamente conforme se avance en la explotación de la roca; en consecuencia, el impacto del proyecto sobre el pastizal se considera adverso, indirecto, permanente, localizado e irreversible. La plantación de árboles es una medida de compensación y por lo tanto el impacto se evalúa como moderado.

**Fauna**

Se reitera que el terreno no será afectado en su totalidad en forma inmediata, sino paulatinamente a lo largo de 20 años conforme se avance en la explotación de rocas. Por lo que no se espera emigración masiva de animales.

Se advertirá a los obreros la implantación de sanciones estrictas y vigilancia específica para quien dañe a la fauna con fines cinegéticos o de otra índole.

El impacto de la operación del proyecto en la fauna se evalúa como adverso, indirecto, temporal, localizado en las zonas de explotación y con edificios y reversible. Es mitigable evitando la creación de barreras para su desplazamiento por lo que su magnitud es moderada.

**Evaluación de Impacto ambiental en Coyoacán**

La Planta de Asfalto deberá incluir dentro de su organización, ya sea de manera interna o mediante un asesor externo, un responsable de la administración de riesgos dentro de las instalaciones.

**Atmósfera.****Calidad del aire.**

Con la producción de mezclas asfálticas, se emiten a la atmósfera dos tipos de contaminantes: partículas suspendidas y gases de combustión.

El impacto será permanente durante la vida útil del proyecto, sin embargo debe considerarse que las emisiones de contaminantes no serán continuas, pues dependerá del volumen diario de producción, las variaciones de la demanda y los descansos de fin de semana.

Será necesario un constante y frecuente monitoreo, junto con acciones correctivas y preventivas para mitigar al máximo el impacto ambiental.

El impacto se evalúa adverso, moderado, directo localizado y reversible.

**Nivel de ruido.**

En general, el ruido que se producirá como consecuencia del proyecto tendrá dos fuentes bien definidas: a) ruido debido a las actividades en la Planta, y b) ruido debido al transporte fuera de la planta.

Por lo que se refiere a ruido debido a las actividades dentro de la Planta, será provocado por el funcionamiento de las maquinas; algunas son particularmente ruidosas y presentan incluso riesgos de lesión auditiva, como el equipo de producción, estos equipos puede producir más de 100 decibelios. Por otra parte se tendrá ruido debido a la circulación propia en la Planta, como por ejemplo los tractocamiones que transportan la roca triturada y los camiones que provienen de fuera para hacer los acarreos. La importancia de la perturbación es muy variable, pudiendo ser de 85 a 95 decibelios.

El impacto de ruido existente se considera adverso, indirecto, permanente durante la vida útil de proyecto, localizado en el predio y reversible. Se implantarán medidas de mitigación de este impacto con probabilidad de ocurrencia alta y magnitud moderada.

### **Hidrología**

Por estar localizada la Planta en una zona urbana la mayor parte del agua de lluvia escurre hacia el alcantarillado, otra pequeña parte se infiltra y en mucho menor volumen se evapora.

Al tener el predio de la planta un superficie de 16.5 Ha y que la mayor parte está descubierta se extiende el área filtrante.

La magnitud del impacto ambiental del proyecto sobre las aguas superficiales y subterráneas puede valorarse mediante la ecuación de balance hidrológico:

$$\text{Precipitación} = \text{evaporación} + \text{escurrimiento} + \text{infiltración.}$$

El impacto de la operación del proyecto en la hidrología podría ser benéfico, indirecto, permanente, localizado e irreversible.

### **Vegetación**

En el predio de la Planta se tienen algunas áreas verdes, estas son constantemente reforestadas en cumplimiento de las normas ambientales vigentes.

En consecuencia el impacto será benéfico debido al aumento en el número de árboles; directo, permanente, localizado e irreversible.

## **8.3 Conclusiones de la evaluación del impacto ambiental.**

Al igual que cualquier proyecto de desarrollo, el Proyecto de Planta de Asfalto representa una modificación del estado original del medio natural. Sin embargo, se contempla contar con elementos e instalaciones que, al apegarse a las normas y criterios existentes y a las medidas de mitigación, podrán reducir el efecto de los impactos adversos generados durante la operación del proyecto.

## 9. Conclusiones y Recomendaciones.

La Ciudad de México cuenta con una superficie de 18 millones de metros cuadrados de pavimentos y una red vial de 773.8 Km. de longitud por la cual circulan anualmente cerca de 4 millones de vehículos. Con esta infraestructura vial, es necesario contar con suficientes recursos materiales financieros y humanos para mantenerla en buenas condiciones e incrementar las vialidades.

La Planta de Asfalto del Distrito Federal desde 1956 es la dependencia encargada de producir la mayor parte de mezcla usada en el mantenimiento y construcción de vialidades en la ciudad.

Después de un análisis estadístico con algunas variables, se encuentra que la más relacionada con la demanda de mezcla es el crecimiento de la población en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), la cual, a través de un análisis de regresión permite establecer una ecuación que permite pronosticar cual será la demanda de mezcla en el futuro.

El comportamiento de la demanda se muestra en el gráfico 7

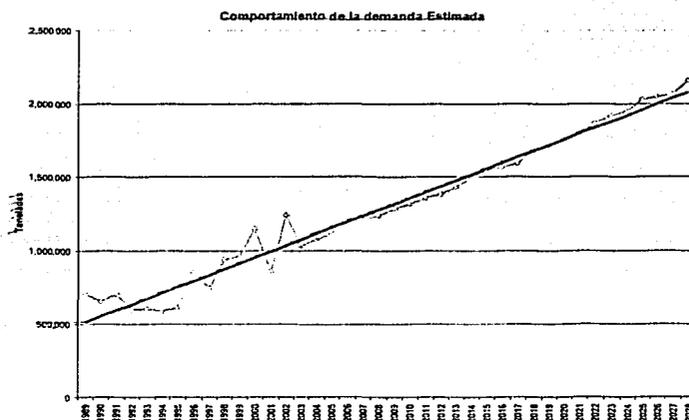
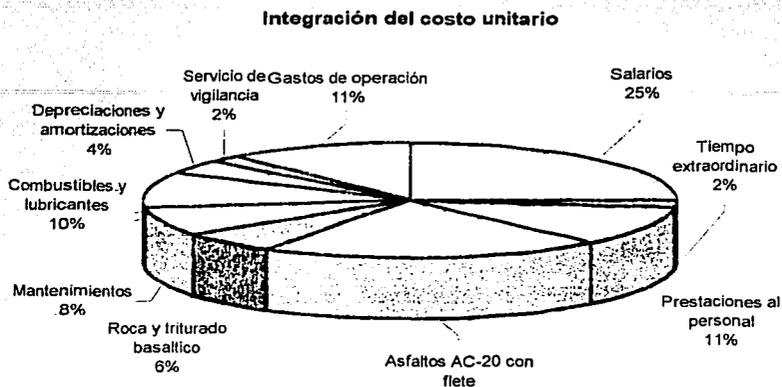


Gráfico 6 Comportamiento de la demanda

La planta de asfalto cuenta con una capacidad instalada de 480 tph, sin embargo los equipos son viejos y obsoletos por lo cual frecuentemente no se cuenta con el 100% con esta consideración, la planta de asfalto puede ofrecer un millón de toneladas anuales al mercado y participar, en términos generales con el 60% del mercado de mezcla en la Ciudad.

En el gráfico 8 se observa la distribución de los costos, aquí es notable que el 25% lo ocupan los salarios a personal más 2 % de tiempo extra y 11% de prestaciones al personal integra el 38%, debido a esto se recomienda

revisar la organización del personal según se muestra en el capítulo V de este trabajo.



**Gráfico 7 Integración actual de costo unitario.**

Por lo que respecta a la materia prima, el suministro de asfalto y explosivos no presenta problemas, pues el abasto es constante y pocas veces presenta escasez. En cuanto al material pétreo, es necesario (según vaya comportándose la demanda) gestionar con anticipación la concesión de otro banco adicional, pues este llegará al final de su explotación en el año 2019<sup>27</sup>.

En caso de que la PADF desapareciera del escenario de mercado, un riesgo latente para el Gobierno sería un cambio drástico en el comportamiento de los oferentes. La Planta de Asfalto ofrece una solución estratégica al Gobierno del Distrito Federal pues resuelve el problema de abastecimiento del mezcla, y regula el precio del producto en la zona, debido a esto se recomienda que siga operando, pero bajo condiciones de reestructuración importantes para que esta pueda dar un servicio competitivo y eficiente en todos sentidos.

Del capítulo III se observa que los equipos con los que cuenta actualmente la PADF son viejos y obsoletos, estos, frecuentemente presentan descomposturas y los costos de mantenimiento son altos. Es recomendable una modernización de tipo tecnológico según se muestra en el capítulo IV, donde se considera solo modernización de equipo esto dará al proyecto la seguridad de poder satisfacer la demanda sin demoras y con calidad en el producto, por lo que respecta a los procesos de producción, estos son los adecuados para el tipo de proyecto por lo que con el apoyo tecnológico podrá operar adecuadamente.

De las plantas de producción de mezclas en caliente analizadas, la más recomendable es la que ofrece *Gencor* pues cuenta con sistemas que reducen

<sup>27</sup> Este año puede ser variable, pues puede tomarse la decisión de liberar parte de la producción a otros fabricantes

la emisión de contaminantes a la atmósfera y tiene la capacidad adecuada para el proyecto.

Por ser un órgano desconcentrado del GDF, la PADF no tiene personalidad jurídica ni patrimonio propio y depende de la Secretaría de Obras y Servicios, por lo tanto está sujeto los reglamentos de la Ley Orgánica de la Administración pública local. Así mismo el personal operativo (obreros) tiene que regirse bajo el contrato colectivo de trabajo marcado por el actual Sindicato Único de Trabajadores del Distrito Federal.

Se recomienda, para optimizar las operaciones de la PADF crear un nuevo organismo con carácter de descentralizado, que permitirá la libre organización y utilización de los recursos humanos, materiales y financieros, según se estudia en el capítulo V de este trabajo.

El indicador que se utiliza para conocer la rentabilidad del proyecto, es la Tasa Interna de Retorno, definida en el capítulo VII; fueron analizados tres escenarios, que se describen a continuación:

Para el caso en que el GDF aporta el total del monto de la inversión en un solo período, el valor de la TIR es de 0.30 ó 30%, este valor es aceptable

En el siguiente caso, se considera una caída en las ventas de 15% de lo estimado originalmente, en este escenario la TIR tiene un valor de 0.15 ó 15%.

Finalmente, en el escenario que considera obtener créditos de corto y mediano plazo en la compra de los equipos la TIR adopta el valor de 0.38 ó 38%.

Con estos valores, se concluye que la alternativa más recomendable para ejecutar el proyecto de modernización de la Planta de Asfalto del Distrito Federal es el tercer escenario, arriba expuesto.

Comparando el valor de la TIR con el rendimiento ofrecido por otros productos financieros, concluimos que el proyecto ofrece una muy buena alternativa de inversión. Considerando que las empresas públicas no generan utilidades, las ganancias obtenidas por la operación del proyecto, podrían ser destinadas al gasto público o a otros usos de carácter público.

En términos sociales, la planta generaría 124 empleos directos, adicionalmente se tendrían empleos secundarios en el acarreo y distribución de materiales y mezcla.

La población beneficiada con este proyecto serían todos los habitantes de la Ciudad de México que circulan diariamente por las vialidades en vehículos particulares o del servicio público.

## Bibliografía

1. MARTINEZ M. Rafael *Derecho Administrativo* 2ª ed. Editorial HARLA, México 1995. 316p
2. GARZA Gustavo. *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio*. GDF – Colegio de México. México 2000.
3. DDF. *Memorias de gestión 1988-1994*
4. OLIVERA B. Fernando *Estructuración de vías terrestres* 2ª ed CECSA México 1996 413 pp.
5. PLANTA DE ASFALTO DEL DF. *Historia de la Planta de Asfalto del Distrito Federal* México 1997
6. CANAVOS C. George *Probabilidad y estadística aplicaciones y métodos*. Mc Graw Hill México 1988. 651pp.
7. SAHOP *Manual sobre estructura urbana y adecuación al medio natural* México 1981.
8. FUNDACIÓN ICA A.C. *Uso de explosivos en obras de Ingeniería civil* México 1997.
9. ABURTO Valdés Rafael. *Maquinaria para construcción*. FUNDEC. México 1990.
10. CHAVARRI Maldonado Carlos. *Movimiento de tierras* FUNDEC México 1990.
11. SCT. *Diseño geométrico de carreteras*.
12. AFH CONSULTORES ASOCIADOS SC. *Estudio del diagnostico laboral, técnico, administrativo, financiero, comercial y social de la Planta de Asfalto del Distrito Federal* Planta de Asfalto del DF 1999
13. GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL *Programa general de desarrollo Urbano del Distrito Federal*. 2001.
14. FIDEICOMISO DE ESTUDIOS ESTRATÉGICOS SOBRE LA CIUDAD DE MÉXICO GDF. *La ciudad de México en el siglo XXI, 2010-2020. parte I*, 2000
15. ALCARAZ Federico. *Técnicas modernas de producción de agregados pétreos*. FUNDEC. México 1990.
16. ICI. *El uso de explosivos en México*.
17. SOLDEVILLA Emilio. *Teoría y técnica de la organización empresarial*. Editia Mexicana S.A México 1985
18. ACLE Tomasini Alfredo. *Planeación estratégica y control total de calidad*. Ed. Grajalbo 4ª ed. México 1989.
19. BACA Urbina Gabriel *Evaluación de proyectos* Mac Graw Hil, 4ed, México, 2002
20. PEREZ Belmont Enrique M. *Ejercicio académico práctico de análisis financiero para proyectos de inversión en infraestructura*. TESIS FI UNAM 1997

## Documentos hemerográficos

1. Gaceta Oficial del GDF 1988 – 2001 Gobierno del Distrito Federal.
2. Diario Oficial de la Federación 1988-2001

## Sitios en la Internet.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **Anexos de información**

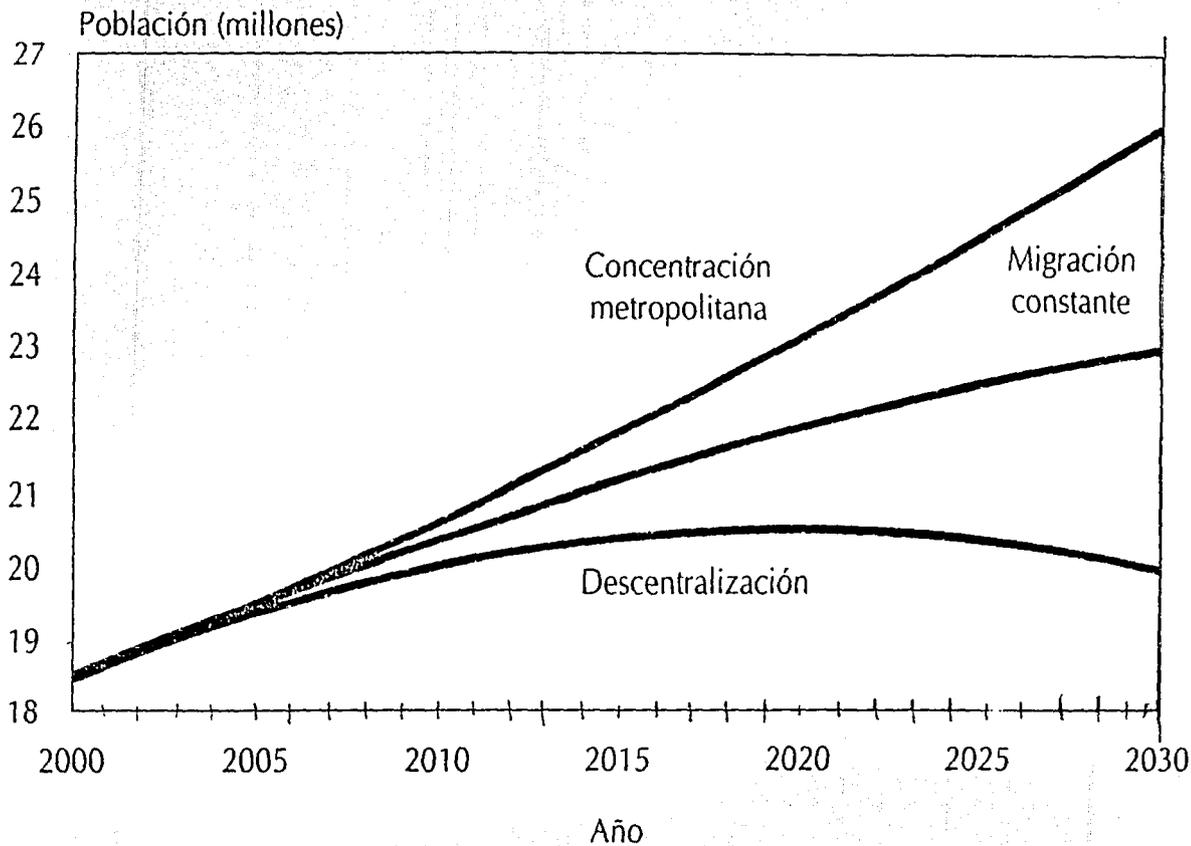
# **Anexo 1**

## **Información estadística**

### **Sobre población**

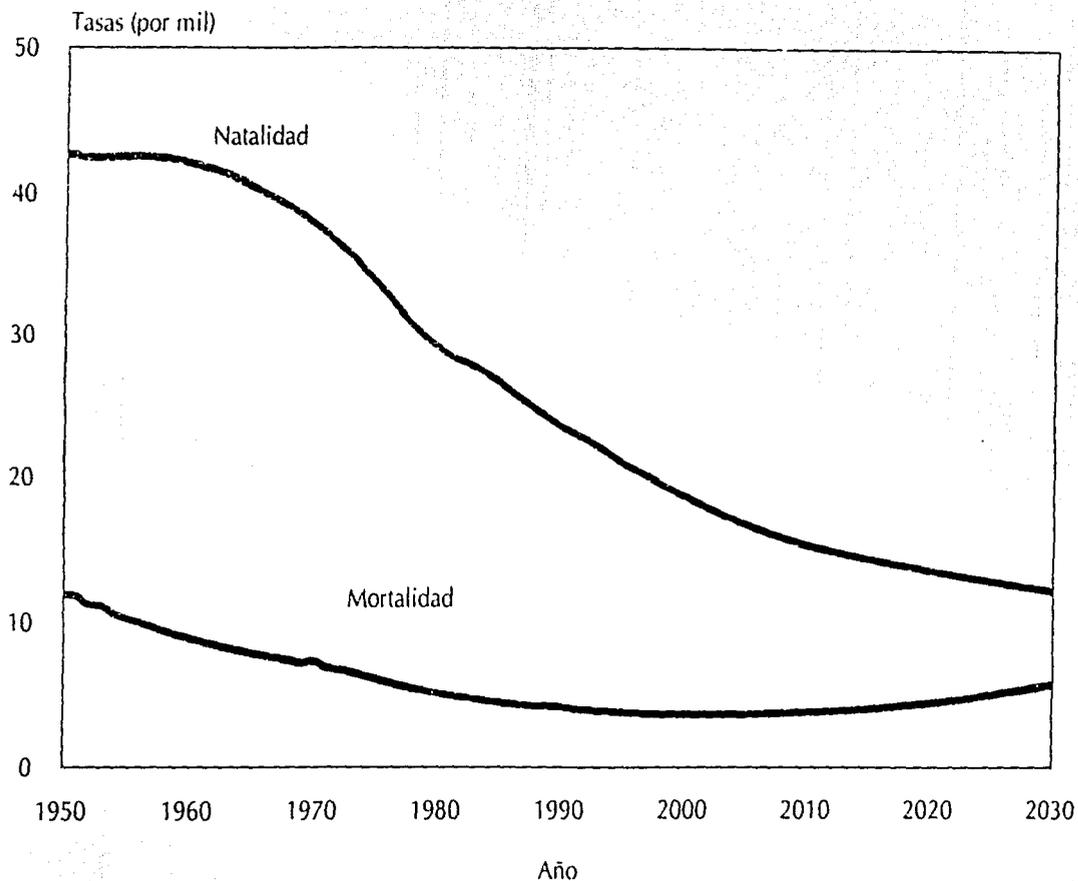
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# Población media de la ZMVM según tres hipótesis de migración interna, 2000-2030



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

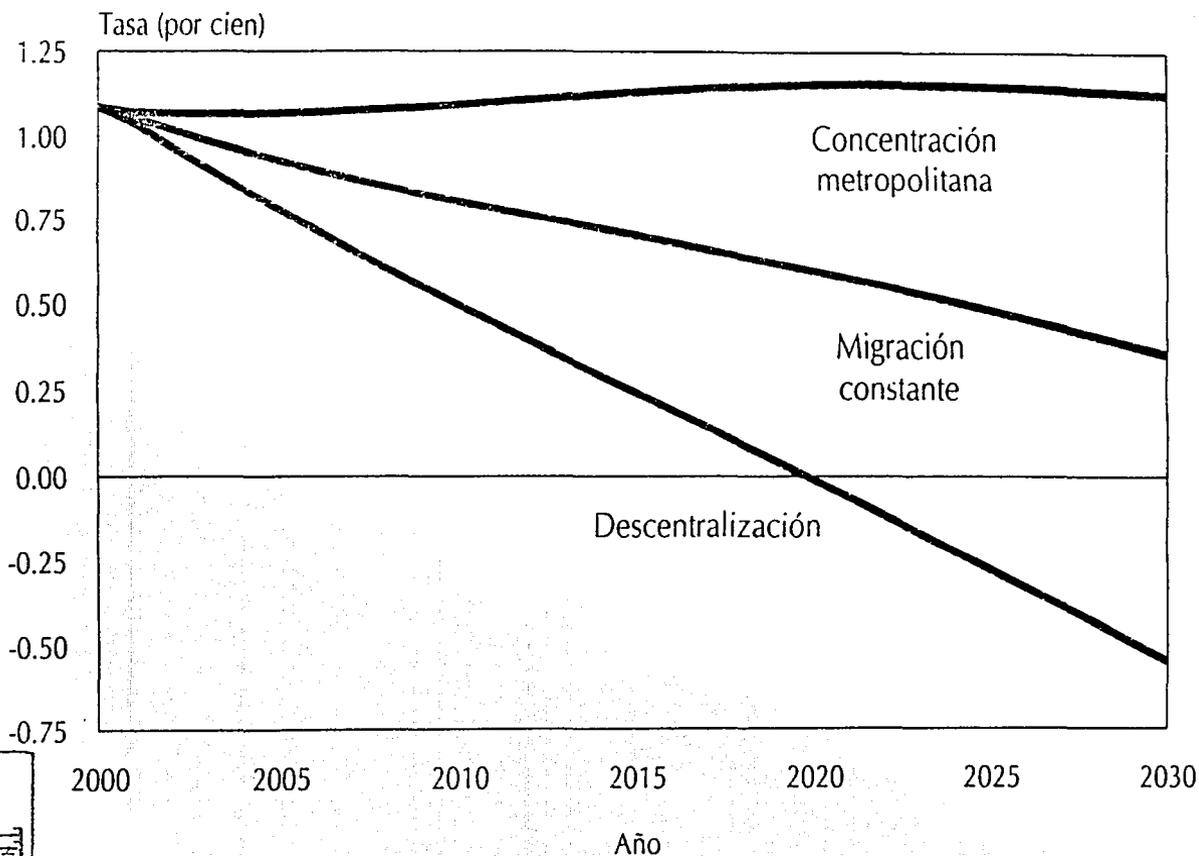
## Tasas de natalidad y mortalidad en la ZMVM, 1950-2030



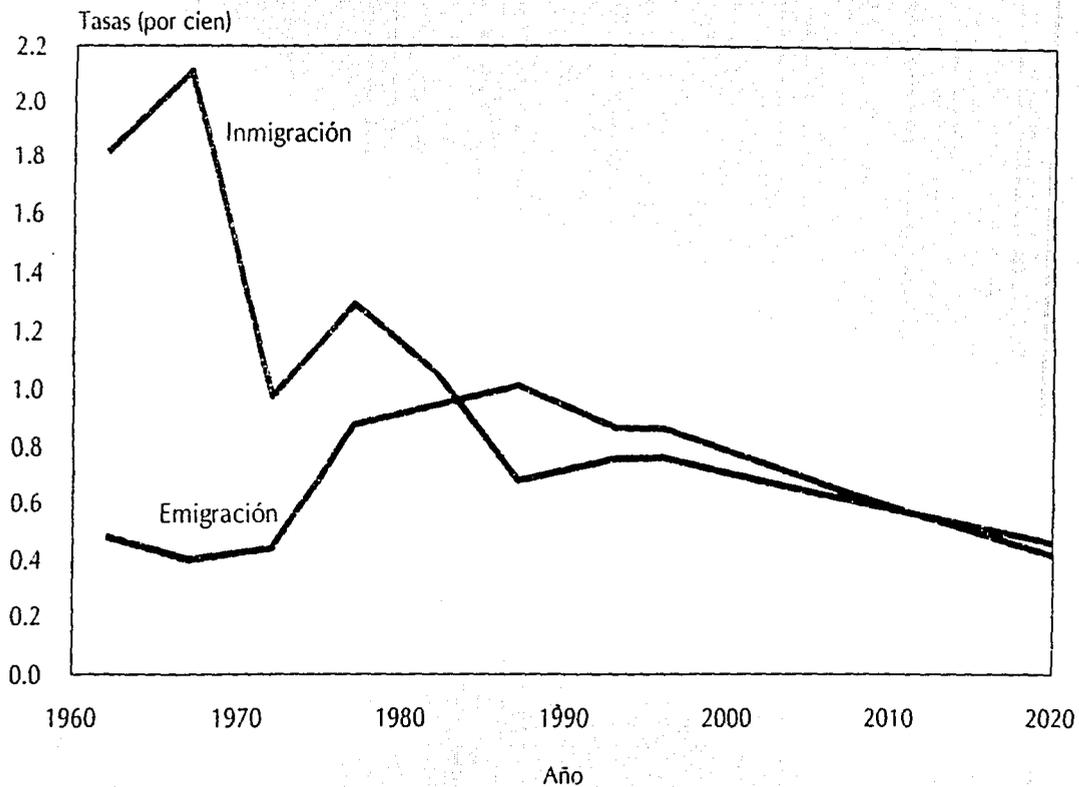
Fuente: estimaciones y proyecciones del CONAPO.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# Tasas de crecimiento demográfico de la ZMVM según tres hipótesis de migración interna, 2000-2030



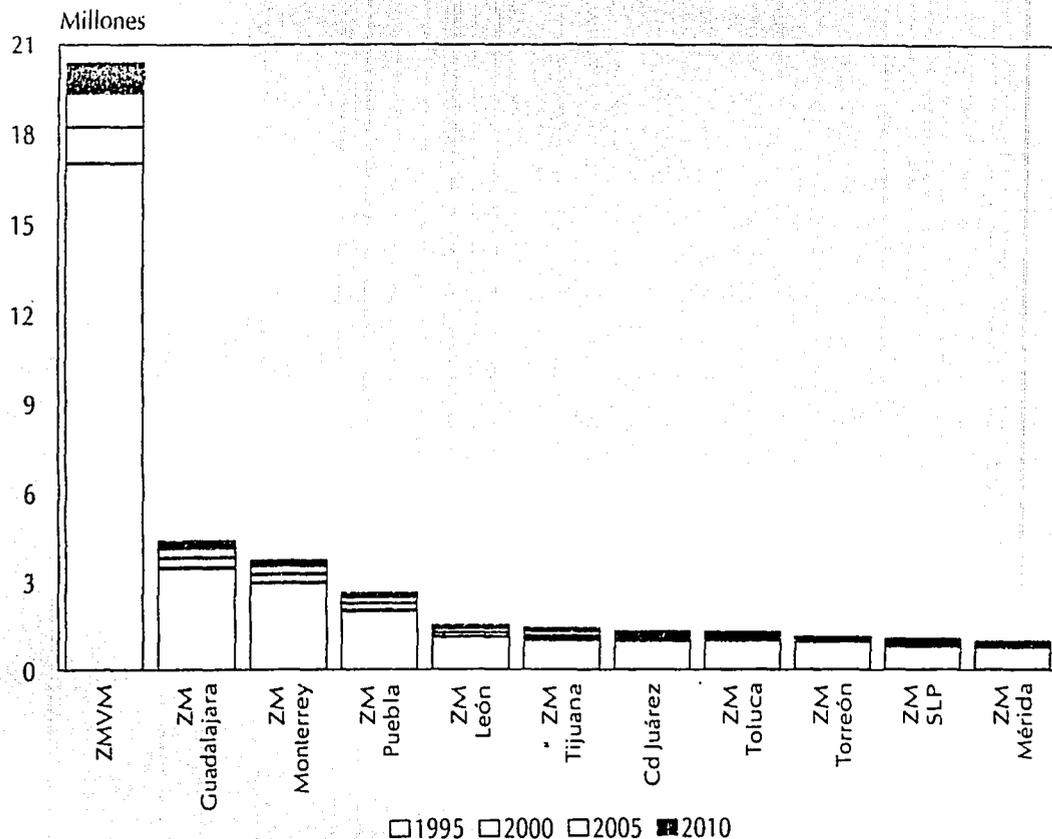
# Tasa de inmigración y emigración en la ZMVM, 1960-2030



Fuente: estimaciones y proyecciones del CONAPO.

TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN

# Población de las ciudades con 1,000,000 o más habitantes en cualquier año del periodo 1995-2010



Fuente: Proyecciones del Consejo Nacional de Población

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

## **Anexo 2**

# **Información técnica de los equipos**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Home > Products > Equipment

INDUSTRY SOLUTIONS

PRODUCTS

SERVICES

ABOUT CAT

EQUIPMENT

- Arrastradores de Troncos
- Cargadores de Ruedas
- Equipo de pavimentación
- Manipuladores de Material
- Motoniveladoras
- Palas frontales
- Retroexcavadoras Cargadoras
- Tractores de Tiro

- Camiones articulados
- Cargadores de cadenas**
- Estabilizadores de Suelos
- Manipuladores telescópicos
- Mototrailas
- Perfiladoras de Pavimento
- Tiendetubos
- Tractores de cadenas

- Camiones de Obras
- Compactadores
- Excavadoras hidráulicas
- Minicargadores
- Máquinas forestales
- Recuperadores de caminos
- Tractores de Ruedas

Find a Dealer on the web or find a dealer to you.

CARGADORES DE CADENAS

973C

973C

GO

DESCRIPTIONS

SEARCHING

-- Selecto--

Descripción Del Producto



Related Industries: Agriculture, Construction, Forestry, Heavy Construction, Industrial, Mining, Quarry/Aggregate, Waste

- Incident Repo
- Get A Quote
- Hydraulic Exc: Screen Saver

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Motor

Potencia en el volante	156.6 kW (210 hp)
Fuerza bruta	171 kW (229 hp)
Pesos	
Peso en orden de trabajo	27006 kg (59548 pies)
Cucharones	
Capacidad de cucharón de uso general	3.2 m <sup>3</sup> (4.2 yd <sup>3</sup> )
Capacidad de cucharón de uso múltiple	2.9 m <sup>3</sup> (3.8 yd <sup>3</sup> )

\* BACK TO TOP

[HOME](#) | [CAT RENTAL](#) | [CAT FINANCIAL](#) | [CAT MERCHANDISE](#) | [SITEMAP](#) | [INDUSTRY SOLUTIONS](#) | [PRODUCTS](#) | [SERVICES](#) | [ABOUT CAT](#)

© Caterpillar All Rights Reserved. [Legal Notice](#) [Privacy Policy](#) [Copyright Agent](#)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



HOME | CAT RENTAL | CAT FINANCIAL | CAT MERCHANDISE | SITEMAP

Home > Products > Equipment

INDUSTRY SOLUTIONS

PRODUCTS

SERVICES

ABOUT CAT

### EQUIPMENT

- Arrastradores de Troncos
- Cargadores de Ruedas
- Equipo de pavimentación
- Manipuladores de Material
- Motoniveladoras
- Palas frontales
- Retroexcavadoras Cargadoras
- Tractores de Tiro
- Camiones articulados
- **Cargadores de cadenas**
- Estabilizadores de Suelos
- Manipuladores telescópicos
- Mototraillas
- Perfiladoras de Pavimento
- Tiendetubos
- Tractores de cadenas
- Camiones de Obras
- Compactadores
- Excavadoras hidráulicas
- Minicargadores
- Máquinas forestales
- Recuperadores de caminos
- Tractores de Ruedas

Find a Dealer on the web or the dealer to you.

### CARGADORES DE CADENAS

> 973C

973C

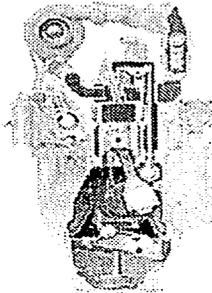


ESPECIFICACIONES

CONECTE SUS PREGUNTAS Y VENTAJAS

### Engine

### Engine



### ENGINE RELACIONADA CONEXION:

- > 3306 Diesel Engine
- > Rear Engine Location
- > Direct-Injection Fuel System
- > Turbocharger
- > Aftercooler
- > Extended Life Coolant
- > Displacement-To-Power Ratio
- > Extended Life Design

- Incident Repo
- Get A Quote
- Hydraulic Exc Screen Saver

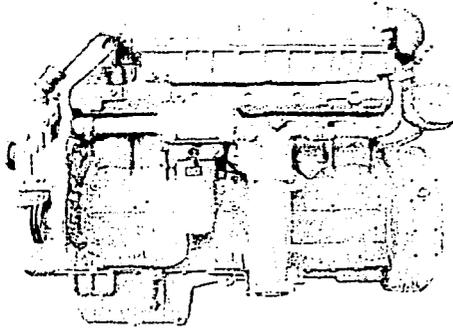
TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Cat 3306 DITA engine is designed for performance, durability, serviceability, low emissions and fuel economy.

SEARCH FOR PART

HOME | CAT RENTAL | CAT FINANCIAL | CAT MERCHANDISE | SITEMAP | INDUSTRY SOLUTIONS | PRODUCTS | SERVICES | ABOUT CAT

© Caterpillar All Rights Reserved. Legal Notice Privacy Policy Copyright Agent

## FEATURES

- **FUEL ECONOMY**  
Consistent performance, variable-timed fuel injection, broad rpm turbocharger match, and excellent fuel economy over entire operating range.
- **RELIABILITY AND DIESEL DURABILITY**  
Diesel tough components, precise balance, and conservative speed for smooth operation and long engine life.

## STANDARD EQUIPMENT

Air intake  
turbocharger, aftercooler

Cooling  
lube oil, jacket water pump, thermostats

Exhaust manifold 5" dry elbow

Flywheel and flywheel housing, SAE No. 1

Fuel  
priming and transfer pumps, filter

Instruments and gauges  
instrument panel, fuel pressure and lube oil pressure gauges, service meter

Lubricating  
oil cooler, oil filter

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# Underground Mining Equipment

**3306**  
200-270 hp  
2200 rpm

## CATERPILLAR® ENGINE SPECIFICATIONS

In-Line 6 Cylinder, 4-Stroke-Cycle Diesel

Bore — in (mm) ..... 4.75 (121)

Stroke — in (mm) ..... 6.0 (152)

Displacement — cu in (L) ..... 638 (10.5)

Combustion System ..... Direct injection

Aspiration ..... Jacket Water Aftercooled

Rotation (from flywheel end) .. Counterclockwise

Capacity for Liquids — U.S. gal (L)

Cooling System (engine only) ..... 4.8 (18.2)

Lube Oil System (refill) ..... 7.3 (27.4)

Weight, Net Dry (approx) — lb (kg) .. 2220 (1007)



- **FLEXIBLE APPLICATION RANGE**  
High torque rise, big displacement, convenient installation — more performance for your money.
- **WORLDWIDE PRODUCT SUPPORT AND PARTS AVAILABILITY**
- **SWIRL COMBUSTION CHAMBER**  
No visible smoke and lowest vent rate in its class — economical alternative for underground mining equipment.

## ACCESSORY EQUIPMENT

Alternators

Cooling  
coolant conditioner, fan, fan drive, fan pulley, belt tightener, Vee belt

Exhaust  
vertical elbow

Instruments and gauges  
electric gauges, tachometer

Lubricating  
dipstick, oil filler, oil filter, remote mounted oil filter

Power takeoffs  
auxiliary drive pulleys, hydraulic pump drive

Protection devices  
electrical and mechanical shutoffs

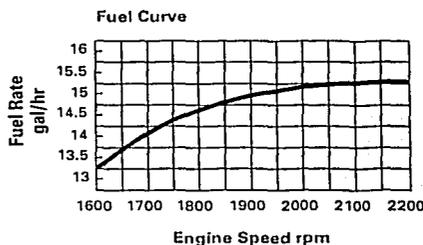
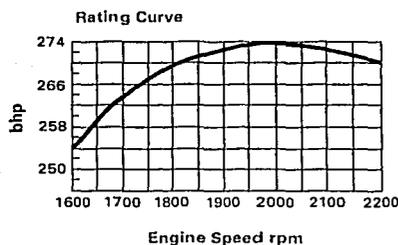
Starting  
air, electric



## 3306 UNDERGROUND MINING EQUIPMENT - 200-270 hp

### PERFORMANCE CURVES

Turbocharged-Aftercooled  
270 hp @ 2200 rpm\*



Altitude capability  
7000 ft (2125 m)

\* Consult factory for deration information

MSHA CERTIFIED RATINGS — Part 7 Category B									
Vent Rate					Particulate Index				
hp	kW	rpm	cfm	cfm/hp	hp	kW	rpm	cfm	cfm/hp
270	201	2200	15 000	55.5	270	201	2200	6000	22.2
250	186	2200	15 000	60.0	250	186	2200	6000	24.0
235	175	2200	15 000	63.8	236	175	2200	6000	25.5
220	164	2200	15 000	68.2	220	164	2200	6000	27.3
200	149	2200	15 000	75.0	200	149	2200	6000	30.0
165	123	2200	10 500	63.6	165	123	2200	5500	33.0

#### Emissions information

MSHA Cert. # 7E-B010-1

Maximum smoke: < 7% at all operating conditions



### RATING DEFINITIONS AND CONDITIONS

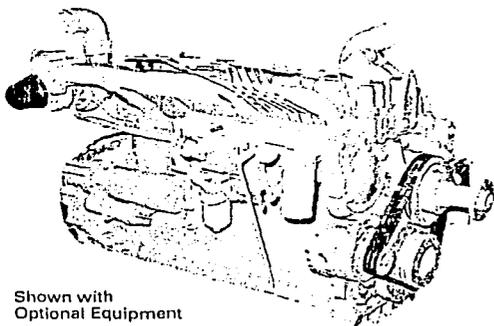
Ratings are based on SAE J1349 standard conditions of 29.61 in Hg (100 kPa) and 77° F (25° C). These ratings also apply at DIN6270 standard conditions of 28.97 in Hg (97.8 kPa) and 68° F (20° C).

Fuel rates are based on power requirements of fuel oil having an HHV of 19 590 Btu/lb (45 570 kJ/kg) and weighing 7.076 lb/U.S. gal (848 g/liter).

Materials and specifications are subject to change without notice.  
LEHH8563-01

The International System of Units (SI) is used in this publication.  
Printed in U.S.A.  
© 1998 Caterpillar Inc.  
All rights reserved.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Shown with  
Optional Equipment

## FEATURES

- **FUEL ECONOMY**  
Consistent performance, variable-timed fuel injection, broad rpm turbocharger match, and excellent fuel economy over entire operating range.
- **RELIABILITY AND DIESEL DURABILITY**  
Diesel tough components, precise balance, and conservative speed for smooth operation and long engine life.

# Underground 3306

ATAAC  
235-300 hp  
2200 rpm

## CATERPILLAR® ENGINE SPECIFICATIONS

In-Line 6 Cylinder, 4-Stroke-Cycle Diesel	
Bore — in (mm) .....	4.75 (121)
Stroke — in (mm) .....	6.0 (152)
Displacement — cu in (L) .....	638 (10.5)
Combustion System .....	Direct injection
Aspiration .....	Turbocharged for ATAAC
Rotation (from flywheel end) ..	Counterclockwise
Capacity for Liquids — U.S. gal (L)	
Cooling System (engine only) .....	4.8 (18.2)
Lube Oil System (refill) .....	7.3 (27.4)
Weight, Net Dry (approx)—lb (kg) ...	2140 (970)



- **FLEXIBLE APPLICATION RANGE**  
High torque rise, big displacement, convenient installation — more performance for your money.
- **WORLDWIDE PRODUCT SUPPORT AND PARTS AVAILABILITY**
- **SWIRL COMBUSTION CHAMBER**  
No visible smoke and lowest vent rate in its class — economical alternative for underground mining equipment.

## STANDARD EQUIPMENT

Air intake  
  turbocharger, air-to-air aftercooled

Cooling  
  lube oil, jacket water pump, thermostats

Exhaust manifold 5" dry elbow

Flywheel and flywheel housing, SAE No. 1

Fuel  
  priming and transfer pumps, filter

Instruments and gauges  
  instrument panel, fuel pressure and  
  lube oil pressure gauges, service meter

Lubricating  
  oil cooler, oil filter

## ACCESSORY EQUIPMENT

Alternators

Cooling  
  coolant conditioner, fan, fan drive, fan pulley,  
  belt tightener, Vee belt

Exhaust  
  vertical elbow

Instruments and gauges  
  electric gauges, tachometer

Lubricating  
  dipstick, oil filler, oil filter, remote mounted  
  oil filter

Power takeoffs  
  auxiliary drive pulleys, hydraulic pump drive

Protection devices  
  electrical and mechanical shutoffs

Starting  
  air, electric

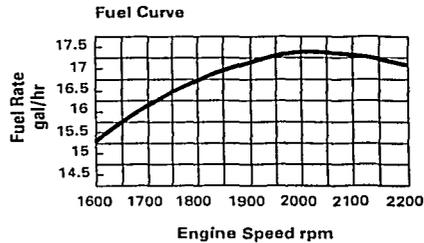
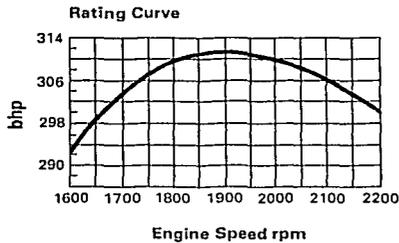
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## 3306 UNDERGROUND MINING EQUIPMENT - 235-300 hp

### PERFORMANCE CURVES

Air-to-Air Aftercooled  
300 hp @ 2200 rpm\*



Altitude capability  
4920 ft (1500 m)

\* Consult factory for deration information

MSHA CERTIFIED RATINGS — Part 7 Category B									
Vent Rate					Particulate Index				
hp	kW	rpm	cfm	cfm/hp	hp	kW	rpm	cfm	cfm/hp
300	224	2200	11 500	38.3	300	224	2200	12 000	40.0
285	212	2200	11 500	40.4	285	212	2200	12 000	42.1
270	201	2200	11 500	42.6	270	201	2200	12 000	42.6
255	190	2200	11 500	45.1	255	190	2200	12 000	47.1
235	175	2200	11 500	48.9	235	175	2200	12 000	51.1

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### Emissions information

MSHA Cert. # 7E-B017-0

Smoke: less than 7% at all operating conditions



#### RATING DEFINITIONS AND CONDITIONS

Ratings are based on SAE J1349 standard conditions of 29.61 in Hg (100 kPa) and 77° F (25° C). These ratings also apply to DIN6270 standard conditions of 28.97 in Hg (97.8 kPa) and 68° F (20° C).

Fuel rates are based on power requirements of fuel oil having an HHV of 19 590 Btu/lb (45 570 kJ/kg) and weighing 7.076 lb/U.S. gal (848 g/liter).

Home Corporate Information IR Business IR Newsroom Investor Relations IR Careers Cc

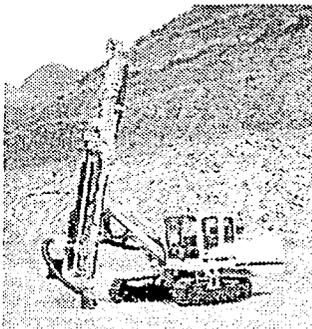


## Infrastructure - Drilling Solutions

Select Model:

ECM470
ECM580
ECM590
ECM660
ECM680
ECM690
CM682
CM692
ECM-720

### Hydraulic Crawler - ECM660



The ECM-660 is a hydraulic crawler drill designed for 3 to 4 1/2 in. (76 to 114 mm) diameter drilling in hard rock. The GHH-Rand air compressor produces 310 CFM (8.7 m<sup>3</sup>/min.) air at up to 140 psi (9.7 kg/cm<sup>2</sup>) for superior cutting removal. The Montabert drifter and Strata-Sense drill automatics optimize hole straightness, accessory life, and total drilling speed. The comfortable, high-visibility cab provides a quiet, clean environment.

#### Drilling Solutions

##### Blasthole Drills

###### Rotary

###### Large

###### Mid-range

##### Hydraulic Crawler

##### Pneumatic Crawl

##### DHD

##### Drill Selector

##### Waterwell Drills

##### Exploration Drills

##### Gas & Oil / Coal Bed

##### Drills

##### Drilling Accessories:

###### Down Hole Drills

###### Threaded Access

##### Hollow Anchor Syst

##### Literature

##### Aftermarket

##### Upgrades

##### Kits

##### Product Upgrad

##### Maintenance Ut

##### Promotions

##### Maintenance Sch-

##### Service

##### Authorized Distribu

##### Used Equipment

##### Federal Governmen

##### Contact Us

##### Training Schedule

[ SPECS ]

[ FEATURES ]

[ LITERATURE ]

[ SPECS ]	[ FEATURES ]	[ LITERATURE ]
	Nominal Hole Diameter	3 - 4-1/2 in.
Diameter	Drifter	HC-120R
Type		0-160 rpm
Rotation Speed #1		903 lb.-ft. / 1225 N-m
Rotation Torque #1		2500 BPM
Frequency #1	Drifter #2	YH125
Drifter #2		0 - 120 rpm
Rotation Speed #2	Frequency #2	24,000 BPM
Frequency #2	Fronthead Lubricator	0.174 gal. / 0.66 L.
Fronthead Lubricator	Accessory Size- Std.(Opt.)	51R (45R)
Accessory Size- Std.(Opt.)	Boom & Guide	
Guide Extension		59 in / 1,500 mm
Drifter Travel		13 ft 11 in / 4,250 mm
Feed Force/Pullback		4,409 lbf / 19.6 kN
Feed Speed - Fast (Slow)		132 ft/min (33 ft/min) / 40 m/min (10 m/min)
Starter Rod Length		12 ft / 3.66 m
Rod Changer		Auto-six 12 ft X 51R Std / Auto-six 12 ft X 45 R Opt
Type	Engine	
Rated Power		Cummins 6CTA8.3
Operating Speed		237 HP / 176 kW
Fuel Capacity		2200 rpm
Type		105.7 gal. / 400 L.
Volume	Compressor	
Pressure		GHH-Rand Rotary Screw
Operator Cab		310 CFM / 8.7 m <sup>3</sup> /min m <sup>3</sup> /min
Cooling(external air)		140 PSI / 9.5 BAR
Noise level	Cab & Controls	
Heating		ROPS/FOPS
		11,904 BTU AC / 3,000 k calories AC
		83 dBA
		13,980 BTU / 3,500 k. calories

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Seat	6-way adjustable, air cushion
<b>General</b>	
Gradeability	30 °
Tramming Speed	0-1.98 mph / 0-3.2 km/hr
Ground clearance	16.6 in. / 420 mm.
Grouser Width	13 in. / 330 mm.
Track Oscillation	18 deg (total)
<b>Dust Collector</b>	
Type	Dust hood, remote controlled, vertical sliding
Suction Capacity	989 CFM / 28 m3/min
Air Vacuum	7,845 Pa / 800 mmAg
Filter Area	82.5 ft² / 23 m²
<b>Weight &amp; Dimensions</b>	
Ground Clearance	16.5 " / 420 mm
Shipping Weight	28,660 lbs. / 13,000 kg.
Shipping Width	97.24 " / 2,470 mm
Shipping Length	392.91 " / 9,980 mm
Shipping Height	112.99 " / 2,870 mm
<b>Material To Be Drilled</b>	
Hard	Yes
Medium	Yes
Soft	Yes
<b>Drill Application</b>	
Construction	Yes
Quarry	Yes
<b>Drilling Method</b>	
Drifter	Yes



Copyright © 1996-2001 Ingersoll-Rand Company. All rights reserved.  
 Ingersoll-Rand Worldwide Headquarters  
 200 Chestnut Ridge Road  
 Woodcliff Lake, NJ 07675 USA  
 Phone: 800.847.4041

HOME BACK

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN



HOME CATERPILLAR EQUIPMENT PRODUCTS SERVICES ABOUT CAT

Home > Products > Equipment

INDUSTRY SOLUTIONS

PRODUCTS

SERVICES

ABOUT CAT

**EQUIPMENT**

- Arrastradores de Troncos
- **Cargadores de Ruedas**
- Equipo de pavimentación
- Manipuladores de Material
- Motoniveladoras
- Palas frontales
- Retroexcavadoras Cargadoras
- Tractores de Tiro

- Camiones articulados
- Cargadores de cadenas
- Estabilizadores de Suelos
- Manipuladores telescópicos
- Mototraillas
- Perfiladoras de Pavimento
- Tiendetubos
- Tractores de cadenas

- Camiones de Obras
- Compactadores
- Excavadoras hidráulicas
- Minicargadores
- Máquinas forestales
- Recuperadores de caminos
- Tractores de Ruedas

Find a Dealer on the web or the dealer to you.

**CARGADORES DE RUEDAS**

988G

988G

GO

ESTABILIZADOR (OPTIONAL) CARGADOR (OPTIONAL) VENTILADOR (OPTIONAL)

-- Selecto--

**Descripcion Del Producto**

Diseño revolucionario, calidad Caterpillar. Los controles electrohidráulicos, mayor potencia y reserva de par, varillaje delantero y comodidad inigualable del operador se combinan para aumentar el rendimiento y prolongar la durabilidad a fin de hacer que el 988G sea un cargador de ruedas grande e innovador del siglo XXI diseñado para tener máxima producción en las condiciones más difíciles.



Related Industries: Agriculture, Construction, Forestry, Heavy Construction, Industrial, Mining, Quarry/Aggregate, Waste

- Incident Repo
- Get A Quote
- Hydraulic Exc. Screen Saver

Motor

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

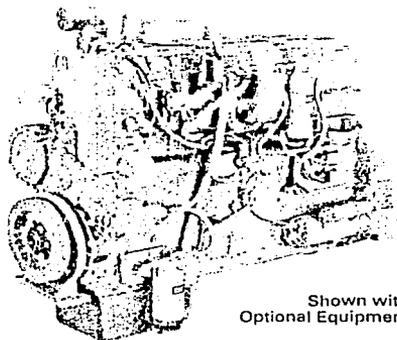
Modelo de motor	Caterpillar 3456 EUI
Potencia bruta	388 kW (520 hp)
Potencia al volante	354 kW (475 hp)
Cucharones	
Capacidad máx. del cucharón	7 m <sup>3</sup> (9.2 yd <sup>3</sup> )

✳ ~~XXXXXXXXXX~~

[HOME](#) | [CAT RENTAL](#) | [CAT FINANCIAL](#) | [CAT MERCHANDISE](#) | [SITEMAP](#) | [INDUSTRY SOLUTIONS](#) | [PRODUCTS](#) | [SERVICES](#) | [ABOUT CAT](#)

© Caterpillar All Rights Reserved. [Legal Notice](#) [Privacy Policy](#) [Copyright Agent](#)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Shown with  
Optional Equipment

## FEATURES

- **FUEL ECONOMY**  
Consistent performance, variable-timed fuel injection, broad rpm turbocharger match, excellent fuel economy over entire operating range.
- **WORLDWIDE PRODUCT SUPPORT AND PARTS AVAILABILITY**
- **FLEXIBLE APPLICATION RANGE**  
High torque rise, big displacement, convenient installation, more performance for your money.

## STANDARD EQUIPMENT

Crankcase breather, block mounted  
Electronic control module (ECM)  
Electronic data link, ATA/SAE  
Electronically controlled unit injector fuel system (EUI)  
Flywheel and SAE No. 1 housing  
Front support  
Fuel: primary and secondary filter, priming and transfer pumps  
Gear driven jacket water pump  
Governor: full-range electronically controlled  
Lifting eyes  
Lubricating: oil cooler, oil filter, gear-driven pump, front sump pan  
Turbocharger  
Vibration damper (14 inch)

# Industrial Engine 3456

515-660 bhp/384-492 kW  
1800-2100 rpm

1996 EPA and Carb Non-Road  
Emissions Certified

## CATERPILLAR® ENGINE SPECIFICATIONS

In-Line, 6 Cylinder, 4-Stroke-Cycle Diesel  
Bore — in (mm) ..... 5.5 (140)  
Stroke — in (mm) ..... 6.75 (171)  
Displacement — cu in (L) ..... 964 (15.8)  
Aspiration..... Turbocharged for ATAAC<sup>1</sup>  
Compression Ratio..... 15.9 to 1  
Rotation (from flywheel end) . Counterclockwise  
Capacity for Liquids — U.S. Gal (L)  
Cooling System<sup>2</sup>..... 5.5 (20.8)  
Lube Oil System (refill)..... 9.0 (34.0)  
Weight, Net Dry (approx) — lb (kg)  
with standard equipment ..... 2897 (1317)

<sup>1</sup>Air-to-Air Aftercooling

<sup>2</sup>Engine only. Capacity will vary with radiator size and use of cab heater.

- **RELIABILITY AND DIESEL DURABILITY**  
Diesel tough components, precise balance, and conservative speed for smooth operation and long engine life.
- **ELECTRONIC FEATURES**
  - Electronic self-diagnostics
  - Electronically tabulated total fuel consumption, hours, and idle time
  - User-selectable, reprogrammable operating parameters: high idle, low idle, intermediate speed, top engine limit, PTO ramp rate, auxiliary pressure and temperature high warning set point

## OPTIONAL EQUIPMENT

Air compressor, gear driven  
Air inlet elbow  
Alternator (12-Volt or 24-Volt)  
Auxiliary pulleys and drives  
Exhaust flexible fittings, elbows, flanges  
Fan drive  
Flywheel and flywheel housing SAE "O"  
High capacity cooling system  
Primary fuel filter  
Protection devices  
air shutoff  
Starter  
air, electric  
jacket water heater  
power takeoffs  
Transmission oil cooler



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**CATERPILLAR****3456 INDUSTRIAL ENGINE — 515-660 bhp****PERFORMANCE DATA**

Turbocharged-Aftercooled

Rating Level	E			D			C		
Rated rpm	2100			2100			2100		
Engine Power @ rpm	660 bhp (492 bkW)			630 bhp (470 bkW)			600 bhp (448 bkW)		

rpm	2100	1800	1500	2100	1800	1500	2100	1800	1500
bhp	660	654	618	630	620	586	600	607	572
lb/bhp-hr	.334	.316	.314	.334	.319	.315	.336	.322	.319
gal/hr	31.4	29.5	27.7	30.1	28.2	26.4	28.8	27.9	26.0

bkW	492	488	461	470	463	437	448	453	427
g/bkW-hr	204	193	191	204	195	192	205	196	195
L/hr	118.8	111.6	104.8	113.9	106.7	99.9	109.0	105.6	98.4

Rating Level	C			B			A		
Rated rpm	1800			2000			1800		
Engine Power @ rpm	550 bhp (410 bkW)			550 bhp (410 bkW)			515 bhp (384 bkW)		

rpm	1800	1600	1400	2000	1600	1400	1800	1600	1400
bhp	550	587	590	550	557	529	515	548	550
lb/bhp-hr	.320	.325	.327	.332	.321	.317	.318	.320	.322
gal/hr	25.1	27.2	27.6	26.1	25.5	24.0	23.4	25.1	25.3

bkW	410	438	440	410	416	395	384	409	410
g/bkW-hr	195	198	199	202	196	193	194	195	196
L/hr	95.0	102.9	104.5	98.8	96.5	90.8	88.6	95.0	95.8

**PERFORMANCE DATA — High Altitude Ratings**

Turbocharged-Aftercooled

Rating Level	C			C		
Rated rpm	2100			2100		
Engine Power @ rpm	600 bhp (448 bkW)			515 bhp (384 bkW)		

rpm	2100	1800	1500	2100	1800	1500
bhp	600	592	555	515	502	478
lb/bhp-hr	.330	.323	.315	.327	.323	.316
gal/hr	28.3	27.2	24.9	24.1	23.2	21.5

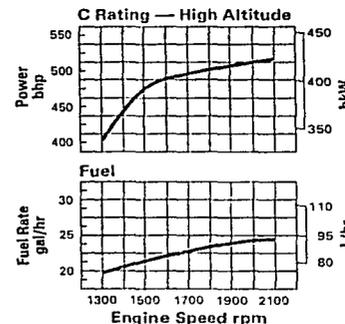
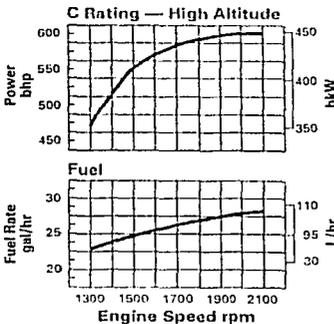
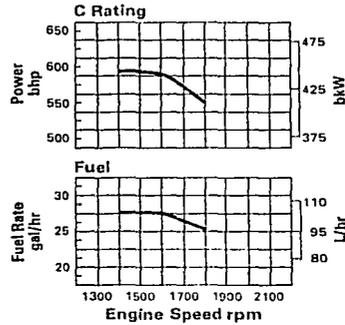
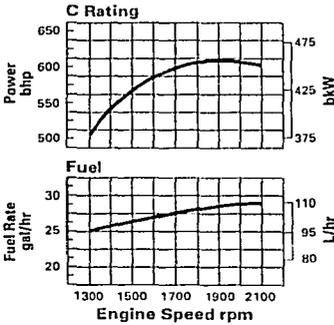
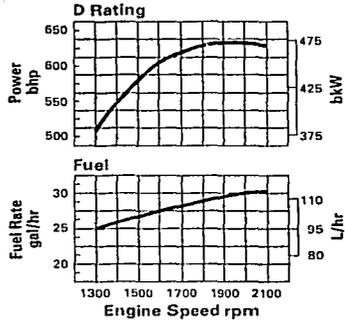
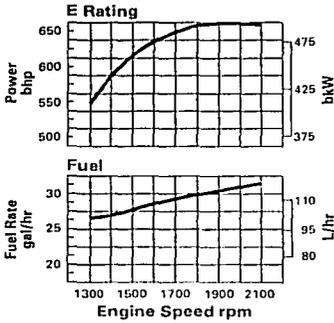
bkW	448	442	414	384	375	357
g/bkW-hr	201	196	192	199	196	193
L/hr	107.0	102.8	94.2	91.1	87.7	81.2

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

3456 INDUSTRIAL ENGINE — 515-660 bhp



PERFORMANCE CURVES

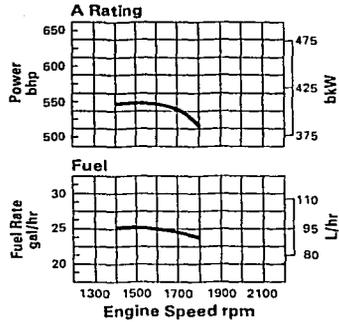
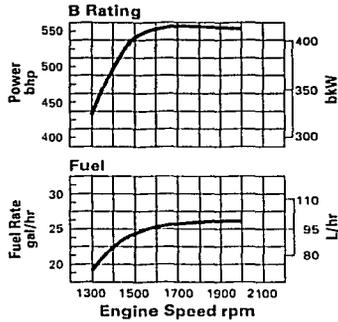


TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

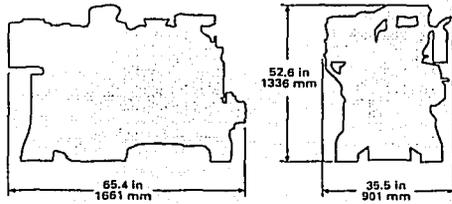
3456 INDUSTRIAL ENGINE — 515-660 bhp



PERFORMANCE CURVES



DIMENSIONS



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**3456 INDUSTRIAL ENGINE — 515-660 bhp****CATERPILLAR****INDUSTRIAL RATINGS****IND-E**

IND-E ratings are for service where speed and power are required for a short time for initial starting or sudden overload. For emergency service where standard power is unavailable. The maximum horsepower and speed capability of the engine can be utilized for a maximum of 15 uninterrupted minutes followed by one hour at intermittent or duration of the emergency. Operating limits are:

1. Time at full load not to exceed 5% of the duty cycle or 15 minutes max.
2. Load factor limited to 35%.
3. The maximum horsepower and speed capability of the engine can be utilized for a maximum of 15 minutes followed by one hour at intermittent or duration of the emergency.
4. Typical operating hours per year is 500.

Examples of an IND-E industrial application are:

1. Standby centrifugal water pumps
2. Oil field well servicing
3. Crash trucks
4. Gas turbine starters

**IND-D**

IND-D ratings are for service where rated power is required by period overloads. The maximum horsepower and speed capability of the engine can be utilized for a maximum of 30 uninterrupted minutes followed by one hour at intermittent. Operating limits are:

1. Time at full load not to exceed 10% of the duty cycle or 30 min max.
2. Load factor limited to 50%.
3. Full load operation to a maximum of 30 minutes followed by one hour at intermittent.
4. Typical operating hours per year is 1500.

Examples of an IND-D industrial application are:

1. Offshore cranes
2. Runway snowblowers
3. Water well drills
4. Portable air compressors
5. Fire pump certification power (advertised power)

**IND-C (INTERMITTENT)**

IND-C ratings are for service where power and/or speed are cyclic. The horsepower and speed of the engine which can be utilized for one uninterrupted hour followed by one hour

of operation at or below the continuous rating. Operating limits are:

1. Time at full load not to exceed 50% of the duty cycle or one hour max.
2. Load factor limited to 70%.
3. Full load operation limited to one uninterrupted hour followed by one hour of operation at or below the continuous rating.
4. Typical operating hours per year is 3000 hours.

Examples of an IND-C industrial application are:

1. Agricultural tractors, harvesters, and combines
2. Truck - off highway
3. Fire pump application power (90% of certified power)
4. Blast hole drills
5. Rock crushers and wood chippers with high torque rise
6. Oil field hoisting

**IND-B**

IND-B ratings are for moderate-duty service where power and/or speed are cyclic.

Operating limits are:

1. Time at full load not to exceed 80% of the duty cycle.
2. Load factor limited to 85%.
3. Typical operating hours per year is 4000 hours.

Examples of an IND-B industrial application are:

1. Irrigation where normal pump demand is 85% of engine rating
2. Oil field mechanical pumping/drilling
3. Stationary/plant air compressors

**IND-A (CONTINUOUS)**

IND-A ratings are for heavy-duty service when the engine is operated at rated load and speed up to 100% of the time without interruption or load cycling. Operating limits are:

1. No hour or load factor limitation.
2. Continuous operation at full load.
3. Average load factor to approach 100%.
4. Typical operating hours per year is over 4000 hrs.

Examples of an IND-A industrial application are:

1. Pipeline pumping
2. Ventilation
3. Customer specs

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**CATERPILLAR****3456 INDUSTRIAL ENGINE — 515-660 bhp**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**RATING DEFINITIONS AND CONDITIONS**

Ratings are based on SAE J1995 standard conditions. These ratings also apply at ISO3046/1, DIN6271, and BS5514 standard conditions.

Additional ratings are available for specific customer requirements. Consult your Caterpillar dealer.

Fuel rates are based on ISO3046 and on fuel oil of 35° API (60° F or 16° C) gravity having an LHV of 18 390 Btu/lb (42 780 kJ/kg) when used at 85° F (29° C) and weighing 7.001 lbs/U.S. gal. (838.9 g/liter).



HOME > PRODUCTS > EQUIPMENT

INDUSTRY SOLUTIONS PRODUCTS SERVICES ABOUT CAT

- EQUIPMENT**
- Arrastradores de Troncos
  - Cargadores de Ruedas
  - Cosechadoras trilladoras
  - Excavadoras hidráulicas**
  - Minicargadores
  - Máquinas forestales
  - Recuperadores de caminos
  - Tractores de Ruedas
  - Camiones articulados
  - Cargadores de cadenas
  - Equipo de pavimentación
  - Manipuladores de Material
  - Motoniveladoras
  - Palas frontales
  - Retroexcavadoras Cargadoras
  - Tractores de Tiro
  - Camiones de Obras
  - Compactadores
  - Estabilizadores de Suelos
  - Manipuladores telescópicos
  - Mototrillas
  - Perfiladoras de Pavimento
  - Tiendetubos
  - Tractores de cadenas

Find a Dealer on the web or the dealer to you.

**EXCAVADORAS HIDRÁULICAS**

> 5130B ME 5130B ME

-- Selecto--

GO

Detailed Specifications

Motor a 1800 rpm	Cat 3508B
Modelo de motor	— <i>fehho319</i>
Potencia bruta	641 kW (860 hp)
Potencia neta	597 kW (800 hp)
Calibre	170 mm (6.7 pulg)
Carrera	190 mm (7.5 pulg)
Cilindrada	34.5 L (2105 pulg³)
Especificaciones en orden de trabajo	
Peso en orden de trabajo	181000 kg (399000 lb)
Capacidad del cucharón - Servicio pesado para roca	10.5 m³ (13.7 yd³)
Máxima profundidad de excavación	8.4 m (27.6 pies)
Alcance máximo a nivel del terreno	14.9 m (48.9 pies)
Máxima altura de descarga	9.1 m (29.8 pies)
Sistema de mando	
Máxima velocidad de desplazamiento - Alta	3.3 km/h (2.1 mph)
Máxima tracción en la barra de tiro	872 kN (196000 lb)
Capacidades de llenado	
Tanque de combustible	2600 L (987 gal)
Sistema de enfriamiento	300 L (79 gal)

- Incident Repo
- Get A Quote
- Hydraulic Exc. Screen Saver

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Aceite de motor	125 L (33 gal)
Mando de rotación	14 L (3.7 gal)
Mando final (cada uno)	31 L (8.2 gal)
Sistema hidráulico (incl. tanque)	1800 L (476 gal)
Tanque hidráulico	1225 L (324 gal)
Sistema hidráulico - Accesorio/Desplazamiento	
Caudal máximo a 1915 rpm (1x)	375 L/min (99 gal/min)
Ajuste de la válvula de alivio - Accesorio	31000 kPa (4500 psi)
Ajuste de la válvula de alivio - Desplazamiento	35000 kPa (5000 lb/pulg <sup>2</sup> )
Sistema hidráulico - Mando	
Caudal máx. de la bomba a 1915 rpm	450 L/min (117 gal/min)
Ajuste de la válvula de alivio - Acelerando	35000 kPa (5000 lb/pulg <sup>2</sup> )
Ajuste de la válvula de alivio - Desacelerando	25000 kPa (3620 lb/pulg <sup>2</sup> )
Sistema hidráulico - Piloto	
Caudal máx. de la bomba a 1915 rpm	56 L/min (14.5 gal/min)
Ajuste de la válvula de alivio - Controles	4000 kPa (580 lb/pulg <sup>2</sup> )
Ajuste de la válvula de alivio - Tensión de las cadenas	7000 kPa (1000 lb/pulg <sup>2</sup> )
Mecanismo de rotación	
Par de rotación	587 kN.m (433240 lb ft)
Tren de rodaje	
Ancho de la cadena - Roca	650 mm (26 pulg)
Ancho de la cadena - Uso general	800 mm (32 pulg)
Ancho de la cadena - Terreno blando	1000 mm (39 pulg)
Presión sobre el terreno - Terreno blando	145 kPa (21 lb/pulg <sup>2</sup> )
Dimensiones	
Ancho total	6620 mm (21.7 pies)
Ancho de la estructura superior	5000 mm (19.3 pies)
Altura hasta la parte superior de la cabina	6550 mm (21.4 pies)
Altura hasta la parte superior del contrapeso	4395 mm (14.4 pies)
Despejo sobre el suelo	960 mm (3.1 pies)
Longitud de la cadena	7270 mm (23.8 ft)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

\* 144033001001

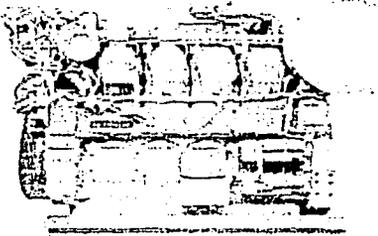
HOME | CAT RENTAL | CAT FINANCIAL | CAT MERCHANDISE | SITEMAP | INDUSTRY SOLUTIONS | PRODUCTS | SERVICES | ABOUT CAT

© Caterpillar All Rights Reserved. Legal Notice Privacy Policy Copyright Agent



## Industrial Engine 3508B

746-820 bkW/1000-1100 bhp  
1800 rpm



### CATERPILLAR® ENGINE SPECIFICATIONS

V-8, Four-Stroke-Cycle Diesel	
Bore — mm (in).....	170 (6.7)
Stroke — mm (in).....	190 (7.5)
Displacement — L (cu in).....	34.5 (2,107)
Low Idle — rpm.....	600
Aspiration.....	Turbocharged-Aftercooled
Rotation.....	Counterclockwise
Max. Operating Altitude — m (ft)....	2290 (7,513)
Capacity for Liquids — L (U.S. gal)	
Cooling System (engine only).....	102.7 (27)
Lube Oil System (refill).....	102 (27)
Weight, Net Dry (approximate)	
— kg (lb).....	4128 (9,101)

### FEATURES

#### ■ EMISSIONS

- Meets Tier 1, Stage I emissions requirements. Tier 1 refers to EPA (U.S.) standards. Stage I refers to European standards.

#### ■ FULL RANGE OF ATTACHMENTS

- Wide range of bolt-on system expansion attachments, factory designed and tested

#### ■ SINGLE-SOURCE SUPPLIER

- Caterpillar:
  - Casts 3500 engine blocks, heads, cylinder liners, and flywheel housings
  - Machines critical components
  - Assembles complete engine
- Ownership of these manufacturing processes enables Caterpillar to produce high quality, dependable product.
- Factory-designed systems built at Caterpillar ISO certified facilities

#### ■ TESTING

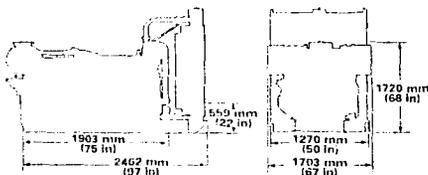
- Prototype testing on every model:
  - proves computer design
  - verifies system torsional stability
  - functionality tests every model

- Every Caterpillar engine is dynamometer tested under full load to ensure proper engine performance.

#### ■ UNMATCHED PRODUCT SUPPORT OFFERED THROUGH WORLDWIDE CATERPILLAR DEALER NETWORK

- More than 1,500 dealer outlets
- Caterpillar factory-trained dealer technicians service every aspect of your industrial engine
- 99.7% of parts orders filled within 24 hours — worldwide
- Caterpillar parts and labor warranty
- Preventive maintenance agreements available for "repair before failure" options
- Scheduled Oil Sampling (S•O•S™) program matches your oil sample against Caterpillar set standards to determine:
  - internal engine component condition
  - presence of unwanted fluids
  - presence of combustion by-products

### DIMENSIONS



LEHH0395

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**CATERPILLAR****3508B INDUSTRIAL ENGINE****AVAILABLE STANDARD AND OPTIONAL EQUIPMENT**

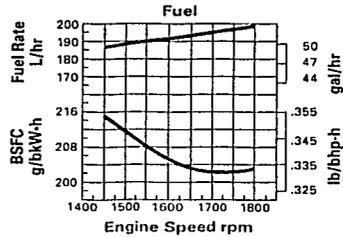
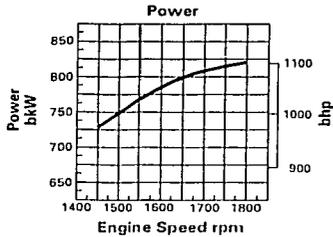
<b>SYSTEM</b>	<b>STANDARD</b>	<b>OPTIONAL</b>
<b>Air Inlet</b>	Aftercooler core Air cleaner Turbocharger, rear mounted	Air cleaners and adapters
<b>Charging System</b>		Battery charger Charging alternators
<b>Control System</b>	ADEM II engine control	Rotary sensor control 4-20 mA Throttle position signal convertor
<b>Cooling System</b>	Thermostats and housing Jacket water pump Separate Circuit Aftercooler	Connections Shipped loose coolant conditioner
<b>Exhaust System</b>	Exhaust manifold, dry	Flexible fitting, elbow, and flange
<b>Flywheels and Flywheel Housings</b>	Flywheel, SAE No. 0 Flywheel housing, SAE No. 0	Flywheel and housing SAE No. 00
<b>Fuel System</b>	Fuel filter, LH, spin-on type Fuel transfer pump Fuel priming pump and lines	Fuel/water separator Primary fuel filter Flexible fuel lines
<b>Instrumentation</b>		Remote mounted instrument panel
<b>Lube System</b>	Crankcase breather, top mounted Oil cooler Oil filler and dipstick, RH Oil pump Oil filter, LH, spin-on type Front sump vehicular pan (250 hour change interval)	Oil pan accessories 500 hour front sump pan
<b>Mounting System</b>	Trunnion front support	
<b>Power Take-Off</b>	Front housing, two-sided	Front accessory drive Auxiliary drive shaft and pulley Stub shaft Air compressor
<b>Protection System</b>	Engine Monitoring System	Explosion relief valves Air inlet overspeed shutoffs
<b>Starting System</b>		Starting motors Starting aids Battery sets
<b>General</b>	Paint — Caterpillar yellow Vibration damper Lifting eyes	Barring tool

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

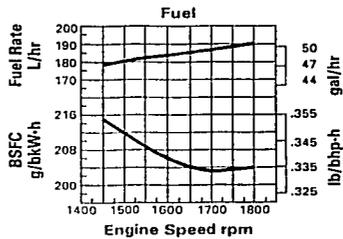
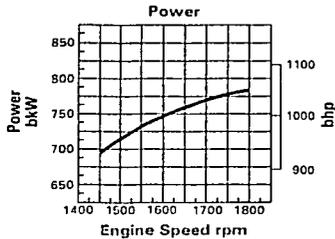
## 3508B INDUSTRIAL ENGINE

CATERPILLAR

## PERFORMANCE CURVES AND DATA

Industrial C (Intermittent) Rating — 820 bkW (1100 bhp) @ 1800 rpm  
DM4636-00

rpm	bkW (bhp)	g/bkW-hr (lb/bhp-hr)	L/hr (gal/hr)
1800	820 (1100)	203.2 (.334)	198.6 (52.5)
1700	806 (1081)	202.5 (.333)	194.6 (51.4)
1600	782 (1049)	205.2 (.337)	191.4 (50.6)
1500	749 (1004)	211.2 (.347)	188.5 (49.8)
1450	727 (974)	215.0 (.353)	186.2 (49.2)

Industrial B Rating — 783 bkW (1050 bhp) @ 1800 rpm  
DM4635-00

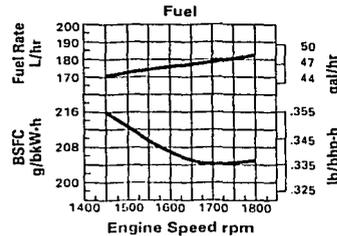
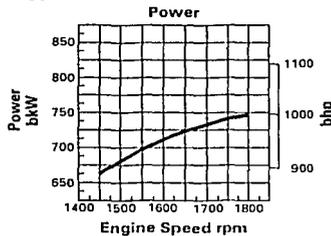
rpm	bkW (bhp)	g/bkW-hr (lb/bhp-hr)	L/hr (gal/hr)
1800	783 (1050)	204.0 (.335)	190.4 (50.3)
1700	770 (1032)	203.4 (.334)	186.6 (49.3)
1600	747 (1002)	205.9 (.338)	183.4 (48.4)
1500	715 (959)	211.7 (.348)	180.5 (47.7)
1450	694 (930)	215.4 (.354)	178.1 (47.0)

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

# CATERPILLAR

## 3508B INDUSTRIAL ENGINE

Industrial A (Continuous) Rating — 746 kW (1000 bhp) @ 1800 rpm  
DM4634-00



rpm	kW (bhp)	g/bkW-hr (lb/bhp-hr)	L/hr (gal/hr)
1800	746 (1000)	205.1 (.337)	182.4 (48.2)
1700	733 (984)	204.5 (.336)	178.7 (47.2)
1600	712 (955)	206.9 (.340)	175.6 (46.4)
1500	681 (914)	212.5 (.349)	172.6 (45.6)
1450	661 (886)	216.0 (.355)	170.2 (45.0)

### INDUSTRIAL RATINGS

#### IND-C (INTERMITTENT)

IND-C ratings are for service where power and/or speed are cyclic. The horsepower and speed of the engine which can be utilized for one uninterrupted hour followed by one hour of operation at or below the continuous rating. Operating limits are:

1. Time at full load not to exceed 50 percent of the duty cycle or one hour max.
2. Load factor limited to 70 percent.
3. Full load operation limited to one uninterrupted hour followed by one hour of operation at or below the continuous rating.
4. Typical operating hours per year is 3000 hours.

Examples of an IND-C industrial application are:

1. Agricultural tractors, harvesters, and combines
2. Truck — off highway
3. Fire pump application power (90 percent of certified power)
4. Blast hole drills
5. Rock crushers and wood chippers with high torque rise
6. Oil field hoisting

#### IND-B

IND-B ratings are for moderate-duty service where power and/or speed are cyclic.

Operating limits are:

1. Time at full load not to exceed 80 percent of the duty cycle.
2. Load factor limited to 85 percent.
3. Typical operating hours per year is 4000 hours.

Examples of an IND-B industrial application are:

1. Irrigation where normal pump demand is 85 percent of engine rating
2. Oil field mechanical pumping/drilling
3. Stationary/plant air compressors

#### IND-A (CONTINUOUS)

IND-A continuous ratings are for heavy-duty service when the engine is operated at rated load and speed up to 100% of the time without interruption or load cycling. Operating limits are:

1. No hour or load factor limitation.
2. Continuous operation at full load.
3. Average load factor to approach 100 percent.
4. Typical operating hours per year is over 4000 hrs.

Examples of an IND-A industrial application are:

1. Pipeline pumping
2. Ventilation
3. Customer specs

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Home > Products > Equipment

INDUSTRY SOLUTIONS PRODUCTS SERVICES ABOUT CATERPILLA

**EQUIPMENT**

- Arrastradores de Troncos
- Cargadores de Ruedas
- Equipo de pavimentación
- Manipuladores de Material
- Motoniveladoras
- Palas frontales
- Retroexcavadoras Cargadoras
- Tractores de Tiro

- Camiones articulados
- Cargadores de cadenas
- Estabilizadores de Suelos
- Manipuladores telescópicos
- Mototraillas
- Perfiladoras de Pavimento
- Tiendetubos
- Tractores de cadenas

- **Camiones de Obras**
- Compactadores
- Excavadoras hidráulicas
- Minicargadores
- Máquinas forestales
- Recuperadores de caminos
- Tractores de Ruedas

Find a Dealer on the web or the dealer to you.

**CAMIONES DE OBRAS**

771D

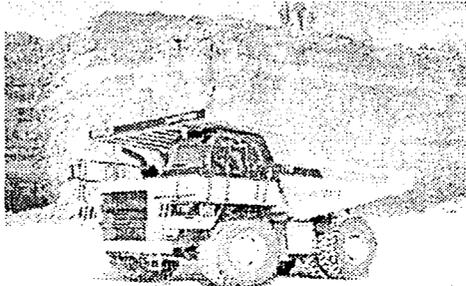
771D

60

-- Selecto--

**Descripcion Del Producto**

Está diseñado para tener un gran rendimiento y ser cómodo, está construido para durar.



- Incident Repo
- Get A Quote
- Hydraulic Exc: Screen Saver

Related Industries: Construction, Heavy Construction, Industrial, Mining, Quarry/Aggregate

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

**Motor**

Modelo de motor

Caterpillar 3408E

Potencia bruta

386 kW (518 hp)

Potencia en el volante

363 kW (487 hp)

**Pesos aproximados**

**Peso bruto máximo de la máquina** 75700 kg (166500 lb)

**Especificaciones de operación**

**Capacidad (2:1) SAE** 27.5 m<sup>3</sup> (36 yd<sup>3</sup>)

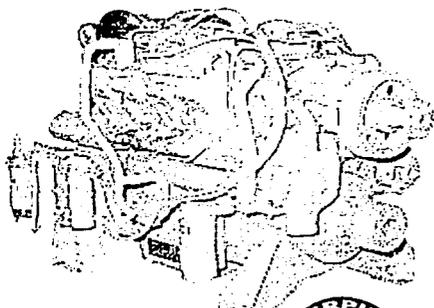
✦ SACR TOYER

[HOME](#) | [CAT RENTAL](#) | [CAT FINANCIAL](#) | [CAT MERCHANDISE](#) | [SITEMAP](#) | [INDUSTRY SOLUTIONS](#) | [PRODUCTS](#) | [SERVICES](#) | [ABOUT CAT](#)

© Caterpillar All Rights Reserved. [Legal Notice](#) [Privacy Policy](#) [Copyright Agent](#)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# CATERPILLAR



Shown with  
Optional Equipment



## FEATURES

- **FUEL ECONOMY**  
Consistent performance, variable-timed fuel injection, broad rpm turbocharger match, excellent fuel economy over entire operating range.
- **RELIABILITY AND DIESEL DURABILITY**  
Diesel tough components, precise balance, and conservative speed for smooth operation and long engine life.

## Industrial Engine 3408E

575-675 bhp/429-503 bkW  
2100 rpm

1996 EPA and CARB Non-Road  
Emissions Certified

## SPECIFICATIONS

### V-8, 4-Stroke-Cycle Diesel

Bore—in (mm)	.54 (137.2)
Stroke—in (mm)	.60 (152.5)
Displacement—cu in (L)	1099 (18)
Low Idle (rpm)	600-1400 (default 750)

Rotation (from flywheel end) . . . Counterclockwise

Capacity for Liquids—U.S. Gal (L)

Cooling System (engine only)	.12 (45)
Lube Oil System (refill)	.12 (45)
Weight, Net Dry (approx)—lb (kg)	.4580 (2079)

- **FLEXIBLE APPLICATION RANGE**  
High torque rise, big displacement, convenient installation, more performance for your money.
- **WORLDWIDE PRODUCT SUPPORT AND PARTS AVAILABILITY**

## STANDARD EQUIPMENT

Air intake  
single stage, dry air cleaner  
Cooling  
lube oil, thermostats, jacket water pump  
Electronic Control Module (ECM)  
engine monitoring system  
Exhaust  
8-inch dry elbow  
Filters – primary and secondary  
fuel, right side; lube, right side  
Flywheel and SAE No.0 or No. 1 housing  
Instruments and gauges  
premium instrument panel, fuel pressure, lube oil pressure and temperature, and water temperature gauge  
Pumps  
priming and transfer  
centrifugal gear driven jacket water  
Supports

## OPTIONAL EQUIPMENT

Alternators  
Cooling systems  
heat exchanger, radiator, fans, fan drives  
Exhaust  
flexible fittings, mufflers  
Instruments and gauges  
EMS, tachometer, voltmeter  
Power takeoffs  
auxiliary drives, rear enclosed clutches,  
hydraulic pump drives  
Starting systems  
air, electric; jacket water heaters

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**CATERPILLAR****3408E INDUSTRIAL ENGINE****PERFORMANCE DATA****3408 DITA**

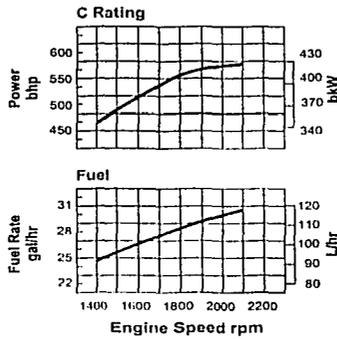
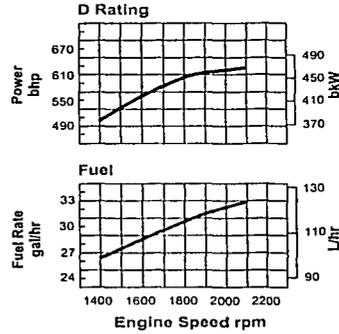
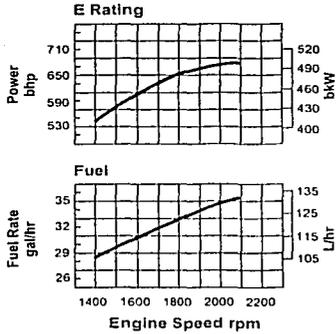
Rating Level	E			D			C		
Rated rpm	2100			2100			2100		
Engine Power @ rpm	675 bhp (503 bkW)			625 bhp (466 bkW)			575 bhp (429 bkW)		
rpm	2100	1800	1400	2100	1800	1400	2100	1800	1400
bhp	675	651	540	625	603	500	575	555	460
lb/bhp-hr	.366	.354	.365	.367	.356	.369	.371	.358	.376
gal/hr	35.3	32.8	28.1	32.8	30.6	26.3	30.5	28.3	24.6
bkW	503	485	402	466	450	373	429	414	343
g/bkW-hr	223	215	222	223	217	224	226	218	229
L/hr	133.5	124.1	106.3	124.1	115.7	99.4	115.4	107.2	93.2

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

3408E INDUSTRIAL ENGINE



PERFORMANCE CURVES



TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

## 3408E INDUSTRIAL ENGINE

CATERPILLAR

**INDUSTRIAL RATINGS****IND-E**

IND-E ratings are for service where speed and power are required for a short time for initial starting or sudden overload. For emergency service where standard power is unavailable. The maximum horsepower and speed capability of the engine can be utilized for a maximum of 15 uninterrupted minutes followed by one hour at intermittent or duration of the emergency. Operating limits are:

1. Time at full load not to exceed 5% of the duty cycle or 15 minutes max.
2. Load factor limited to 35%.
3. The maximum horsepower and speed capability of the engine can be utilized for a maximum of 15 minutes followed by one hour at intermittent or duration of the emergency.
4. Typical operating hours per year is 500.

Examples of an IND-E industrial application are:

1. Standby centrifugal water pumps
2. Oil field well servicing
3. Crash trucks
4. Gas turbine starters

**IND-D**

IND-D ratings are for service where rated power is required by period overloads. The maximum horsepower and speed capability of the engine can be utilized for a maximum of 30 uninterrupted minutes followed by one hour at intermittent. Operating limits are:

1. Time at full load not to exceed 10% of the duty cycle or 30 min max.
2. Load factor limited to 50%.
3. Full load operation to a maximum of 30 minutes followed by one hour at intermittent.
4. Typical operating hours per year is 1500.

Examples of an IND-D industrial application are:

1. Offshore cranes
2. Runway snowblowers
3. Water well drills
4. Portable air compressors
5. Fire pump certification power (advertised power)

**IND-C (INTERMITTENT)**

IND-C ratings are for service where power and/or speed are cyclic. The horsepower and speed of the engine which can be utilized for one uninterrupted hour followed by one hour of

operation at or below the continuous rating. Operating limits are:

1. Time at full load not to exceed 50% of the duty cycle or one hour max.
2. Load factor limited to 70%.
3. Full load operation limited to one uninterrupted hour followed by one hour of operation at or below the continuous rating.
4. Typical operating hours per year is 3000 hours.

Examples of an IND-C industrial application are:

1. Agricultural tractors, harvesters, and combines
2. Truck - off highway
3. Fire pump application power (90% of certified power)
4. Blast hole drills
5. Rock crushers and wood chippers with high torque rise
6. Oil field hoisting

**IND-B**

IND-B ratings are for moderate-duty service where power and/or speed are cyclic. Operating limits are:

1. Time at full load not to exceed 80% of the duty cycle.
2. Load factor limited to 85%.
3. Typical operating hours per year is 4000 hours.

Examples of an IND-B industrial application are:

1. Irrigation where normal pump demand is 85% of engine rating
2. Oil field mechanical pumping/drilling
3. Stationary/plant air compressors

**IND-A (CONTINUOUS)**

IND-A ratings are for heavy-duty service when the engine is operated at rated load and speed up to 100% of the time without interruption or load cycling. Operating limits are:

1. No hour or load factor limitation.
2. Continuous operation at full load.
3. Average load factor to approach 100%.
4. Typical operating hours per year is over 4000 hrs.

Examples of an IND-A industrial application are:

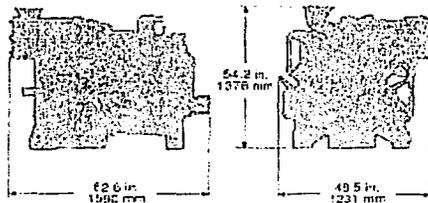
1. Pipeline pumping
2. Ventilation
3. Customer specs

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 3408E INDUSTRIAL ENGINE

**CATERPILLAR**

## DIMENSIONS

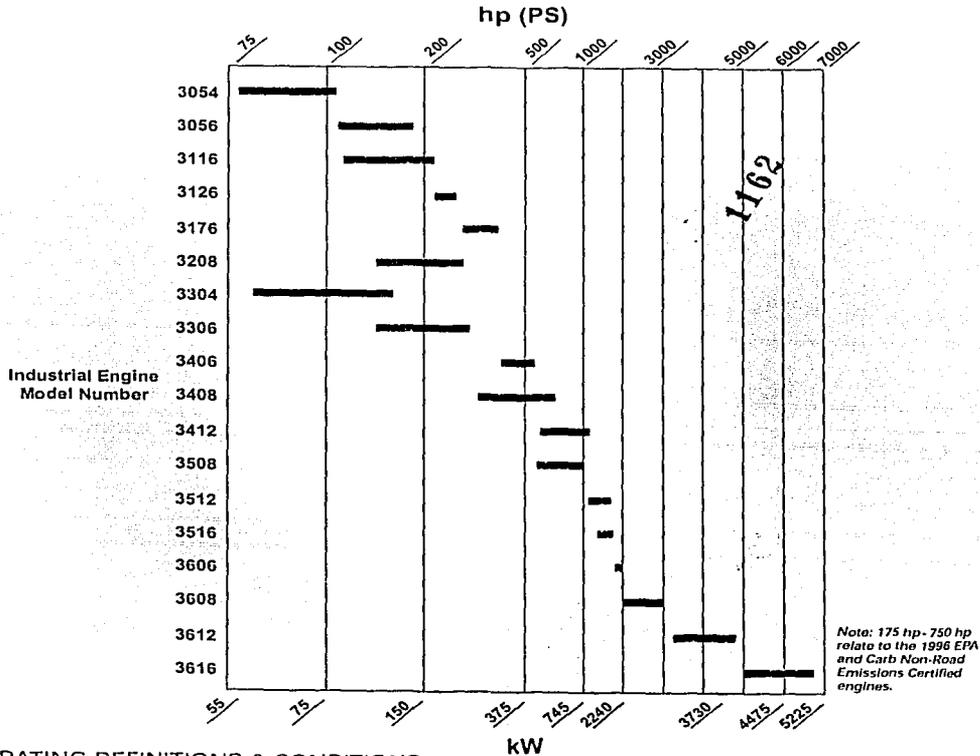


TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



3408E INDUSTRIAL ENGINE

# Match a Reliable Cat<sup>®</sup> Diesel to Your Application.



Note: 175 hp - 750 hp relate to the 1996 EPA and Carb Non-Road Emissions Certified engines.

## RATING DEFINITIONS & CONDITIONS

Ratings are based on SAE J1349 standard conditions. These ratings also apply at ISO3046/1, DIN6271, and BS5514 standard conditions.

Additional ratings are available for specific customer requirements. Consult your Caterpillar dealer.

LEH16487

Fuel rates are based on ISO3046 and on fuel oil of 35° API (60° F or 16° C) gravity having an LHV of 18,390 Btu/lb (42,780 kJ/kg) when used at 85° F (29° C) and weighing 7.001 lbs/U.S. gal. (838.9 g/L).

© 1996 Caterpillar Inc.

Printed in U.S.A.  
All rights reserved.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Home > Products > Equipment

INDUSTRY SOLUTIONS

PRODUCTS

SERVICES

ABOUT CAT

**EQUIPMENT**

- ▶ Arrastradores de Troncos
- ▶ Cargadores de Ruedas
- ▶ Equipo de pavimentación
- ▶ Manipuladores de Material
- ▶ Motoniveladoras
- ▶ Palas frontales
- ▶ **Retroexcavadoras Cargadoras**
- ▶ Tractores de Tiro

- ▶ Camiones articulados
- ▶ Cargadores de cadenas
- ▶ Estabilizadores de Suelos
- ▶ Manipuladores telescópicos
- ▶ Mototrailas
- ▶ Perfiladoras de Pavimento
- ▶ Tiendatubos

- ▶ Tractores de cadenas

- ▶ Camiones de Obras
- ▶ Compactadores
- ▶ Excavadoras hidráulicas
- ▶ Minicargadores
- ▶ Máquinas forestales
- ▶ Recuperadores de caminos
- ▶ Tractores de Ruedas

Find a Dealer on the web or ti dealer to you.

**RETROEXCAVADORAS CARGADORAS**

> **446B**

EN REFERENCIA 446B -

GO

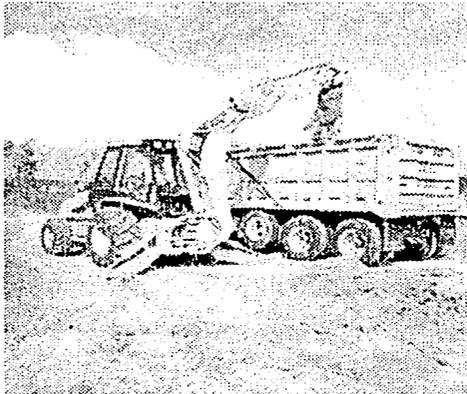
RESUMEN RÁPIDO

CARACTERÍSTICAS Y Opciones

-- Selecto--

**Descripcion Del Producto**

With the versatility to dig like an excavator and load like a wheel loader, backhoe loaders are one of the most productive, cost-effective machines on your job site.



Related Industries:

Agriculture, Construction, Forestry, Heavy Construction, Industrial, Mining, Quarry/Aggregate, Waste

- Incident Repo
- Get A Quote
- Hydraulic Exc: Screen Saver

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

Motor

Potencia Bruta (Estándar)	82 kW (110 hp)
Potencia Neta (Estándar)	76 kW (102 hp)
Pesos	
Peso en orden de trabajo - Nominal	8892 kg (19603 lb)

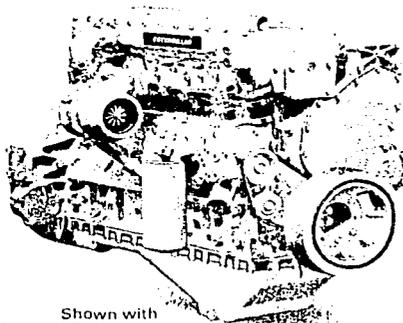
» PROXIMO

[HOME](#) | [CAT RENTAL](#) | [CAT FINANCIAL](#) | [CAT MERCHANDISE](#) | [SITEMAP](#) | [INDUSTRY SOLUTIONS](#) | [PRODUCTS](#) | [SERVICES](#) | [ABOUT CAT](#)

© Caterpillar All Rights Reserved. [Legal Notice](#) [Privacy Policy](#) [Copyright Agent](#)

*Handwritten signature*

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Shown with  
Optional Equipment



## FEATURES

### ■ FUEL ECONOMY

Consistent performance, variable-timed fuel injection, broad rpm turbocharger match, excellent fuel economy over entire operating range.

### ■ RELIABILITY AND DIESEL DURABILITY

Diesel tough components, precise balance, and conservative speed for smooth operation and long engine life.

### ■ FLEXIBLE APPLICATION RANGE

High torque rise, big displacement, convenient installation, more performance for your money.

### ■ WORLDWIDE PRODUCT SUPPORT AND PARTS AVAILABILITY

## Industrial Engine

# 3116

140-275 bhp/104-205 kW  
2400-2600 rpm

1996 EPA and Carb Non-Road  
Emissions Certified

### CATERPILLAR® ENGINE SPECIFICATIONS

In-line 6 cylinder, 4-Stroke-Cycle Diesel	
Bore — in (mm).....	4.12 (105)
Stroke — in (mm).....	5.0 (127)
Displacement — cu in (L).....	403 (6.6)
Combustion System.....	Direct Injection
Rotation (from flywheel end) ..	Counterclockwise
Capacity for Liquids — U.S. gal (L)	
Cooling System (engine only).....	3.51 (13.3)
Lube Oil System (refill).....	21/33 qts (20/31)
Engine Weight, Net Dry (approx)	
lb (kg).....	1195 (543)
Altitude Capacity — ft (m).....	5000 (1524)

### STANDARD EQUIPMENT

Cooling System  
  jacket water pump  
Fuel  
  filter, transfer pump  
Governor  
  hydra-mechanical  
Lubricating  
  oil pump, oil cooler,  
  oil filter, oil filler  
Torsional vibration  
  damper

### OPTIONAL EQUIPMENT

Air Intake  
  single stage, dry air cleaner  
Alternators  
Base, supports  
Cooling  
  radiator, fan drive, belt  
  tightener, vee belt  
Exhaust  
  alternate exhaust outlets,  
  fittings, muffler  
Flywheel housings and flywheels  
Instruments and gauges  
  instrument panel, lube oil  
  pressure gauge, volt meter,  
  service meter, tachometer  
Lubricating  
  alternative locations for  
  dipstick, oil filler, oil filter, oil  
  pan sump  
Power takeoffs  
  auxiliary drive pulleys, rear  
  enclosed clutches, gear driven  
  pump drive  
Protection devices  
  electrical shutoffs, oil pressure  
  and coolant temperature  
  alarm switches  
Starting  
  electric, starting aids

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**CATERPILLAR**

**3116 INDUSTRIAL ENGINE**

**PERFORMANCE DATA**

Turbocharged-Aftercooled - (Air-to-Air Aftercooled)

Rating Level	C	C
Rated rpm	2450	2450
Engine Power @rpm	230 bhp (172 bkW)	275 bhp (205 bkW)

rpm	2450	2450
bhp	230	275
lb/bhp-hr	.370	.373
gal/hr	12.1	14.6

bkW	172	205
g/bkW-hr	225	227
L/hr	45.9	55.4

Turbocharged-Aftercooled (High Ratings)

Rating Level	E			D			C			B			A	
Rated rpm	2600			2600			2600			2400			2400	
Engine Power @rpm	220 bhp (164 bkW)			220 bhp (164 bkW)			220 bhp (164 bkW)			200 bhp (149 bkW)			190 bhp (142 bkW)	

rpm	2600	2400	2200	2600	2400	2200	2600	2400	2200	2400	2200	2400	2200
bhp	220	210	205	220	210	205	220	210	195	200	185	190	175
lb/bhp-hr	.396	.378	.370	.396	.378	.370	.396	.378	.367	.378	.365	.376	.363
gal/hr	12.4	11.4	10.9	12.4	11.4	10.9	12.4	11.4	10.2	10.8	9.6	10.2	9.1

bkW	164	157	153	164	157	153	164	157	145	149	138	142	130
g/bkW-hr	241	230	225	241	230	225	241	230	223	230	222	229	221
L/hr	47.1	43.0	41.1	47.1	43.0	41.1	47.1	43.0	38.7	40.8	36.5	38.8	34.4

Turbocharged-Aftercooled (Medium Ratings)

Rating Level	E			D			C			B			A	
Rated rpm	2600			2600			2600			2400			2400	
Engine Power @rpm	190 bhp (142 bkW)			190 bhp (142 bkW)			190 bhp (142 bkW)			165 bhp (123 bkW)			150 bhp (112 bkW)	

rpm	2600	2400	2200	2600	2400	2200	2600	2400	2200	2400	2200	1800	2400	2200
bhp	190	200	190	190	200	190	190	175	160	165	150	160	150	140
lb/bhp-hr	.396	.390	.373	.396	.390	.373	.396	.386	.370	.386	.372	.349	.358	.372
gal/hr	10.8	11.1	10.1	10.8	11.1	10.1	10.8	9.6	8.5	9.1	8.0	7.9	8.3	7.4

bkW	142	149	142	142	149	142	142	130	119	123	112	119	112	104
g/bkW-hr	241	237	227	241	237	227	241	235	225	235	226	212	236	226
L/hr	40.8	42.2	38.4	40.8	42.2	38.4	40.8	36.5	32.0	34.4	30.1	30.0	31.5	28.2

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

3116 INDUSTRIAL ENGINE



PERFORMANCE DATA

Turbocharged-Aftercooled (Low Ratings) Certified for 1997

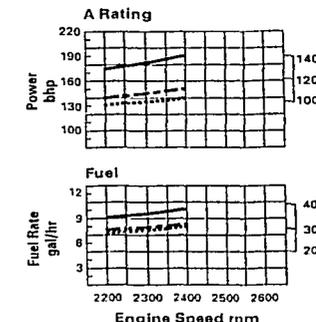
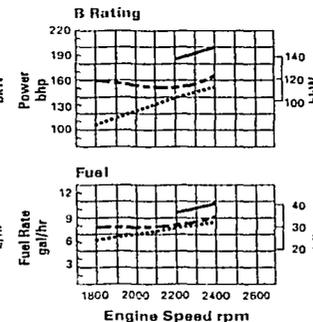
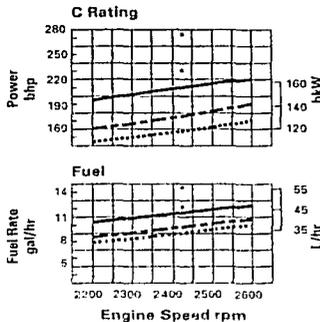
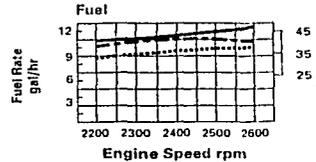
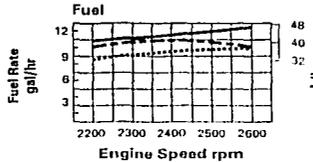
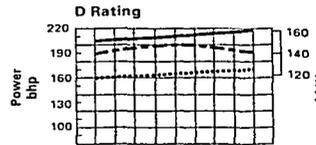
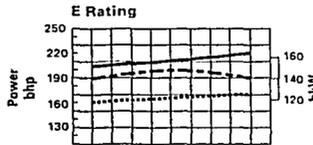
Rating Level	E			D			C			B			A	
Rated rpm	2600			2600			2600			2400			2400	
Engine Power @ rpm	170 bhp (127 bkW)			170 bhp (127 bkW)			170 bhp (127 bkW)			150 bhp (112 bkW)			140 bhp (104 bkW)	

rpm	2600	2400	2200	2600	2400	2200	2600	2400	2200	2400	2200	1800	2400	2200
bhp	170	165	160	170	165	160	170	155	145	150	140	115	140	130
lb/bhp-hr	.411	.404	.381	.411	.404	.381	.411	.401	.381	.403	.383	.385	.404	.385
gal/hr	10.0	9.5	8.7	10.0	9.5	8.7	10.0	8.9	7.9	8.6	7.7	6.3	8.1	7.1

bkW	127	123	119	127	123	119	127	116	108	112	104	86	104	97
g/bkW-hr	250	246	232	250	246	232	250	244	232	245	233	234	246	234
L/hr	37.9	36.0	33.0	37.9	36.0	33.0	37.9	33.7	29.9	32.7	29.0	24.0	30.6	27.0

PERFORMANCE CURVES

DITA (Air-to-Air) -----  
 DITA (High Ratings) ————  
 DITA (Medium Ratings) - - - -  
 DITA (Low Ratings) . . . . .



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## 3116 INDUSTRIAL ENGINE

CATERPILLAR

**INDUSTRIAL RATINGS****IND-E**

IND-E ratings are for service where speed and power are required for a short time for initial starting or sudden overload. For emergency service where standard power is unavailable. The maximum horsepower and speed capability of the engine can be utilized for a maximum of 15 uninterrupted minutes followed by one hour at intermittent or duration of the emergency. Operating limits are:

1. Time at full load not to exceed 5% of the duty cycle or 15 minutes max.
2. Load factor limited to 35%.
3. The maximum horsepower and speed capability of the engine can be utilized for a maximum of 15 minutes followed by one hour at intermittent or duration of the emergency.
4. Typical operating hours per year is 500.

Examples of an IND-E industrial application are:

1. Standby centrifugal water pumps
2. Oil field well servicing
3. Crash trucks
4. Gas turbine starters

**IND-D**

IND-D ratings are for service where rated power is required by period overloads. The maximum horsepower and speed capability of the engine can be utilized for a maximum of 30 uninterrupted minutes followed by one hour at intermittent. Operating limits are:

1. Time at full load not to exceed 10% of the duty cycle or 30 min max.
2. Load factor limited to 50%.
3. Full load operation to a maximum of 30 minutes followed by one hour at intermittent.
4. Typical operating hours per year is 1500.

Examples of an IND-D industrial application are:

1. Offshore cranes
2. Runway snowblowers
3. Water well drills
4. Portable air compressors
5. Fire pump certification power (advertised power)

**IND-C (INTERMITTENT)**

IND-C ratings are for service where power and/or speed are cyclic. The horsepower and speed of the engine which can be utilized for one uninterrupted hour followed by one hour of operation at or below the continuous rating.

Operating limits are:

1. Time at full load not to exceed 50% of the duty cycle or one hour max.
2. Load factor limited to 70%.
3. Full load operation limited to one uninterrupted hour followed by one hour of operation at or below the continuous rating.
4. Typical operating hours per year is 3000 hours.

Examples of an IND-C industrial application are:

1. Agricultural tractors, harvesters, and combines
2. Truck - off highway
3. Fire pump application power (90% of certified power)
4. Blast hole drills
5. Rock crushers and wood chippers with high torque rise
6. Oil field hoisting

**IND-B**

IND-B ratings are for moderate-duty service where power and/or speed are cyclic.

Operating limits are:

1. Time at full load not to exceed 80% of the duty cycle.
2. Load factor limited to 85%.
3. Typical operating hours per year is 4000 hours.

Examples of an IND-B industrial application are:

1. Irrigation where normal pump demand is 85% of engine rating
2. Oil field mechanical pumping/drilling
3. Stationary/plant air compressors

**IND-A (CONTINUOUS)**

IND-A continuous ratings are for heavy-duty service when the engine is operated at rated load and speed up to 100% of the time without interruption or load cycling. Operating limits are:

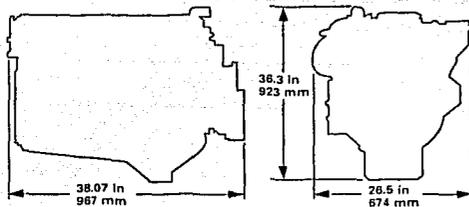
1. No hour or load factor limitation.
2. Continuous operation at full load.
3. Average load factor to approach 100%.
4. Typical operating hours per year is over 4000 hrs.

Examples of an IND-A industrial application are:

1. Pipeline pumping
2. Ventilation
3. Customer specs

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 3116 INDUSTRIAL ENGINE

**CATERPILLAR****DIMENSIONS**

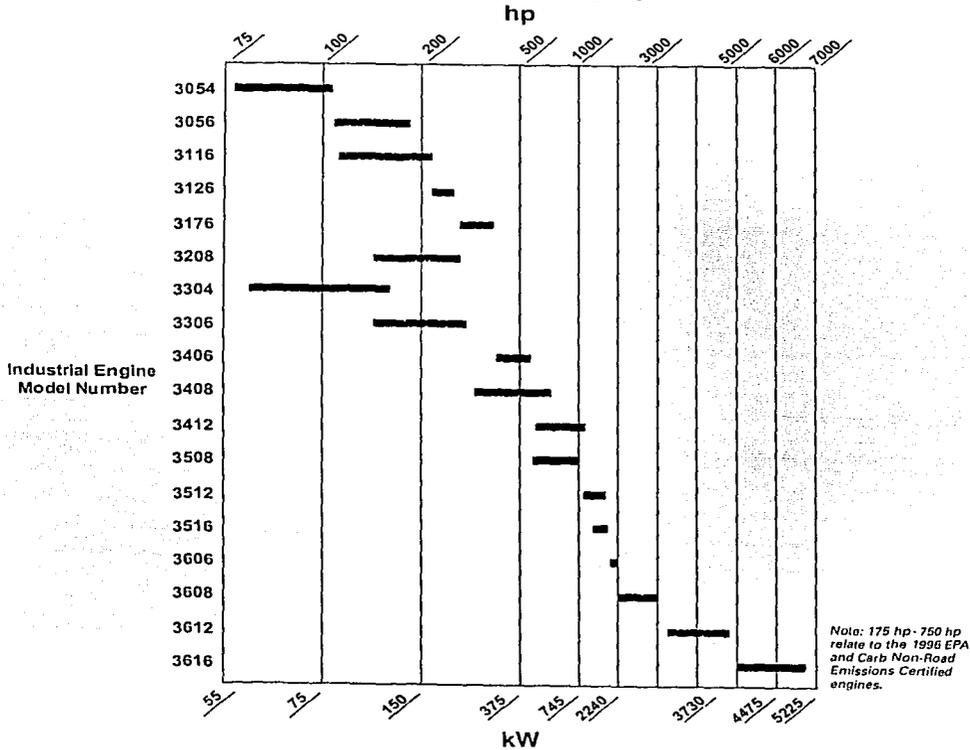
Length dimension does not include flywheel housing and fan drive.  
Note: Dimensions not to be used for engine installation.

TESTS CON  
FALLA DE ORIGEN



3116 INDUSTRIAL ENGINE

# Match a Reliable Cat<sup>®</sup> Diesel to Your Application.



## RATING DEFINITIONS & CONDITIONS

Ratings are based on SAE J1349 standard conditions. These ratings also apply at ISO3046/1, DIN6271, and BS5514 standard conditions.

Additional ratings are available for specific customer requirements. Consult your Caterpillar dealer.

Fuel rates are based on ISO3046 and on fuel oil of 35° API (60° F or 16° C) gravity having an LHV of 18 390 Btu/lb (42 780 kJ/kg) when used at 85° F (29° C) and weighing 7.001 lbs/U.S. gal. (838.9 g/liter).

Materials and specifications are subject to change without notice.  
LEHH7283  
Supersedes LEHH9258

© 1997 Caterpillar Inc.

The International System of Units (SI) is used in this publication.

Printed in U.S.A.  
All rights reserved.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Distribuidora y Arrendadora de Maquinaria  
Para Caminos e Industria, S.A. de C.V.

**Planta de Asfalto del Distrito Federal.**

Av. De la IMAN No. 263

Col. Ajusco

04300 México, D.F.

## EQUIPO DE TRITURACION

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Julio 02, 2002.

Dante 32 Bis. 2° Piso • Col. Nueva Anzures • 11590 México, D.F.

Tels. (01-55) 5255-5938 • 5255-1317 • 5254-2111 • Fax 5254-2333

dima02@mail.internet.com.mx

Concepto	Cantidad	Descripción
----------	----------	-------------

1	1	<p><b>Planta de Trituración Primaria sobre Orugas Marca TelSmith Modelo 3648 consistente de:</b></p> <p>Chasis fabricado en acero, conjunto de orugas operadas hidráulicamente, unidad de estabilización del chasis hidráulico, protección para orugas, estructura soporte, plataformas de servicio, protecciones de seguridad, tolva de alimentación a la trituradora, canalones de descarga y tanque de combustible auxiliar de 500 galones.</p> <p>Quebradora de quijadas 3648 completa con sistema de lubricación de aceite, tolva receptora, mecanismo de seguro de cuña operado electro-hidráulicamente, accionamiento por bandas "V", volante y protector de accionamiento.</p> <p>Alimentador Grizzly vibratorio para trabajo pesado medida 48" x 20' completo con barras grizzly de 8', caja con lienzos de acero resistente a la abrasión, accionamiento hidráulico de velocidad variable, protector para el accionamiento, tolva de carga con extensiones con lienzos de acero resistente a la abrasión.</p> <p>Panel de control del motor completo con arrancador y cableado para la operación completa de la planta. También se incluye un interruptor del circuito principal de la planta.</p> <p>Caseta de control medida 4' x 6' completa con aire acondicionado. También se incluyen todos los controles necesarios para operación de la planta, dos salidas eléctricas auxiliares de 110 volts, ventanas con vidrios de seguridad en todos los lados, pisos de observación alrededor del equipo con escaleras de acero.</p> <p>Grizzly derivador medida 60" x 34' y transportador inferior de la trituradora con limpiadores de banda, accionamiento hidráulico, rodillos de impacto en el punto de carga, transportador de banda de 4 capas con cubierta de 3/8" en la parte alta y de 3/32" en la parte baja.</p> <p>Transportador giratorio medida 48" x 34' con accionamiento hidráulico, bandas del transportador de 3 capas con cubiertas de 1/4" 2 en la parte alta 1/16" en la parte baja.</p> <p>Motor eléctrico de 200 H.p. a 1200 RPM, totalmente cerrado, torque normal, 3 fases/460 volts para accionamiento de la quebradora.</p> <p>La planta básica es accionada con un generador eléctrico operado con combustible diesel.</p> <p>Peso aproximado de la planta 370,000 Lbs.</p>
---	---	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Equipo adicional especial:**

- Seis (6) Sistema de luces de alta presión de sodio con una estructura soporte para contener las lámparas y el cableado eléctrico a la caseta de control.
- Martillo rompedor de rocas operado hidráulicamente con motor totalmente cerrado, con tanque, equipado con controles remotos electrohidráulicos, también se incluye un aditamento tipo gancho para usarse cuando se cambian los mantos de los equipos.
- Generador eléctrico para combustible diesel, capacidad de 320 Kw, incluye radiador, gobernador, enfriamiento por aceite, filtros para combustible y aceite, filtros de aire tipo seco para trabajo pesado con pre-limpiador e indicador de servicio, controles del motor, arranque eléctrico y alternador de carga, baterías, porta baterías, panel de instrumentos del motor con tacómetro, horómetro, indicadores de temperatura del agua y presión del aceite, paro automático de seguridad debido a presión del aceite o temperatura del agua, aceite del motor y anticongelante, amortiguador con tapa de lluvia y tanque de combustible de 150 galones.
- Sistema de supresión de polvos completo con bomba de agua y la tubería necesaria.
- Dos cámaras de circuito cerrado y monitor montados en la caseta de control para ayudar en la seguridad al estar en operación la planta.
- Protección de acero para prevenir que los materiales que se alimenten a la trituradora se introduzcan en la parte inferior del chasis y alrededor del ensamble de orugas.

2

1

Un túnel de almacenamiento de 12' de diámetro x 90' de largo con 2 (dos) puntos de extracción, 2 (dos) adaptadores en el túnel para las cajas de alimentación vibratorias, y túnel de escape de 60' de largo.

2 (dos) cajas alimentadoras para el sistema electromecánico medida 36" de ancho x 54" de largo con líneas y controlador de alimentación.

Concepto	Cantidad	Descripción
----------	----------	-------------

3	1	<b>Planta modular secundaria, completa con lo siguiente:</b>
---	---	--------------------------------------------------------------

Estructura soporte para criba y trituradora, caja alimentadora de la criba, canalones de descarga de la criba recubiertos con lienzos de acero resistente a la abrasión, tolva colectora en la parte inferior de la criba, canalón de descarga de la trituradora, plataformas de servicio con pasamanos pasillos y escaleras.

Criba Vibro-King de triple piso medida 6' x 16', bastidor, resortes en espiral de trabajo pesado, pedestales para los resortes, bandejas de soporte estándar en los pisos de medio e inferior para montaje del tensionador lateral de las mallas, unidad de vibración con baleros de rodillos esféricos de 160 mm., lubricación por aceite, protectores para la tubería de acero y polea ranurada vibratoria.

Bandeja soporte de diseño plano para trabajo pesado para montaje a placa perforada.

- Placa de acero agujerada en la parte media del piso superior
- Mallas de cribado para los pisos medio y bajo.
- Accionamiento por bandas "V"
- Protectores de banda.
- Motor eléctrico de 25 H.p. totalmente cerrado con base de motor pivotante.
- Extensiones de placa lateral.

Transportador inferior de la criba medida 30" x 16', accionamiento por bandas "V", protectores de banda por medio de motor eléctrico de 7 ½ H-p., totalmente cerrado, bandas, limpiador de banda y canalón de descarga.

Trituradora de cono modelo 52S, equipada con tolva receptora de acero, mantos de trituración de acero al manganeso, ajuste de desbloqueo hidráulico para la trituradora, tanque de aceite montado independientemente con bomba para aceite de 5 H.p. totalmente cerrada, filtro de aceite, calentador de inmersión de aceite, válvula de alivio de presión, medidor de presión, dos termómetros, alarma de paro controlada eléctricamente, panel con sensor de temperatura e interruptor de flujo. El panel de la alarma de paro con gatillo y alarma.

Sistema hidráulico de alivio por sobrecarga con alarma y desbloqueo para facilitar cambios rápidos de apertura con paquete de control completo con tanque de 40 galones, bomba de aceite con motor eléctrico de 5 H.p. totalmente cerrado y los controles por desbloqueo y sistema de alivio.

Sistema de enfriamiento aire - aceite que incluye radiador, motor eléctrico de 5 H.p. totalmente cerrado, ventilador, tuberías, mangueras, válvulas y soportes.

Sistema de ajuste rotatorio hidráulico completo con dos cilindros hidráulicos con trinquetes para ajuste de la tuerca del cono. También se incluyen mangueras hidráulicas, asiento y tapa superior. Este sistema es controlado para la unidad de potencia hidráulica del sistema de alivio.

- Accionamiento por medio de bandas "V".
- Protectores de banda.
- Motor eléctrico de 250 H.p. totalmente cerrado para accionamiento de la trituradora con rieles deslizables.

**4            2    Planta de Cribado Tipo Modular Modelo SD620QD-SM completa con lo siguiente:**

Estructura soporte de la criba, con soportes para nivelación, con canalones de descarga con lienzos de acero resistentes a la abrasión, tolva colectora debajo de la criba, caja alimentadora, plataformas de servicio en ambos lados de la criba y en la parte trasera, con barandales y escaleras de acceso.

Criba Specmaker de 4 pisos medida 6' x 20', con bastidor, resorte en espiral de acero, pedestales de los resortes con verificador de fricción, bandejas soportes para montaje y tensión lateral de las mallas, unidad vibratoria con baleros de bolas de 160 mm, lubricación por grasa, protectores con tubos de acero y polea acanalada vibratoria.

- Accionamiento por bandas "V"
- Protectores de banda.
- Motor eléctrico de 40 H.p. totalmente cerrado con base pivotante.
- Mallas para todos los pisos de la criba
- Transportador inferior de la criba medida 30' x 18'-6" accionamiento por medio de bandas "V" con protectores por medio de motor de motor eléctrico de 7 ½ H.p. totalmente cerrado, banda, limpiadores de banda y canalón de descarga.

**5            1    Planta Terciaria completa con lo siguiente:**

Tolva de almacenamiento de 40 toneladas, con estructura soporte, soportes para nivelación, carro alimentador y soporte, caja alimentadora electromecánica de 48' de ancho x 72' de largo.

Estructura soporte de la trituradora con soportes para nivelación, plataformas de servicio con barandales y escaleras de acceso.

Trituradora de cono Modelo 57FC equipada con tolva receptora de acero, mantos de trituración de acero al manganeso con placas para distribución de la alimentación, ajuste de desbloqueo hidráulico para la trituradora, tanque de aceite montado independientemente con bomba para aceite de 7½ H.p. totalmente cerrado, filtro de aceite, calentador de inmersión de aceite, válvula de alivio de presión, indicador de presión, dos termómetros, alarma de paro controlada hidráulicamente, panel con sensor de temperatura e interruptor de flujo. El panel del sistema de paro con gatillo y alarma.

Sistema hidráulico de alivio por sobrecarga con alarma y desbloqueo para facilitar cambios rápidos de apertura con paquete de control completo con tanque de 40 galones, bomba de aceite con motor eléctrico de 5 H.p. y los controles para desbloqueo y sistema de alivio.

Sistema de enfriamiento aire-aceite que incluye radiador, motor eléctrico de 5 H.p. totalmente cerrado, ventilador, tuberías, mangueras, válvulas y serpentines-

Sistema de ajuste rotatorio hidráulico completo con dos cilindros hidráulicos con trinquetes para ajuste de la tuerca del cono. También se incluyen mangueras hidráulicas, asiento y tapa superior. Este sistema es controlado para la unidad de potencia hidráulica del sistema de alivio.

- Accionamiento por bandas "V"
- Protectores de banda.
- Motor eléctrico de 400 H.p. totalmente cerrado para accionamiento de la trituradora con rieles deslizables.

**6            1            Transportador para almacenamiento medida 36" x 200' (C 1) completo con:**

Diseño de bastidor tipo armadura, soportes tipo A, accionamiento por bandas "V", protectores de banda, motor eléctrico de 75 H.p. totalmente cerrado con reductor, polea de cabezal con ceja, polea de cola tipo ala, canalón colector de 5' de largo con protectores de hule ajustables.

- Rodillos de impacto en el punto de carga.
- Compensador de ajuste de la banda (Menos peso)
- Sistema de paro del reductor.
- Bandas de 3 capas.
- Limpiador de banda.
- Banda tipo "V" ranurada.
- Andenes a un lado de la sección inclinada con agarraderas alrededor de la sección del cabezal.
- Interruptor de paro de emergencia por cable de jalón.

---

7 1 Transportador para túnel medida 36" x 90' (C2) completo con:

Diseño de bastidor de canal en la primera sección de 60' soportado horizontalmente con soportes de bastidor tipo H, diseño del bastidor tipo armadura en los últimos 30', soportados a 16° sobre soportes del bastidor tipo A, accionamiento por bandas tipo "V", protectores de banda a través de un motor eléctrico de 20 H.p. totalmente cerrado con reductor, polea de mando con ceja, polea de cola tipo ala, alimentación por gusano, y protectores.

- Rodillos de impacto en los puntos de carga.
  - Dos faldones en ambos lados en la sección del bastidor de canal.
  - Sistema de paro del reductor.
  - Bandas de 3 capas.
  - Limpiador de banda.
  - Banda tipo "V" ranurada.
  - Canalón de descarga con lienzos de refuerzo.
  - Interruptor de paro de emergencia por cable de jalón.
- 

8 1 Transportador medida 36" x 140' (C3) completo con:

Diseño de bastidor tipo armadura soportes de bastidor tipo A, accionamiento por bandas tipo V, protectores de banda, a través de motor eléctrico de 40 H.p. totalmente cerrado, con reductor, polea de mando con ceja, polea de cola tipo ala, canalón colector de 5' de largo con protectores de hule ajustable.

- Rodillos de impacto en el centro de carga.
  - Compensador de ajuste de la banda (menos peso)
  - Sistema de paro del reductor.
  - Banda de 3 capas.
  - Limpiador de banda.
  - Banda tipo "V" ranurada.
  - Andenes en un lado con arrancador en la sección del cabezal.
  - Interruptor de paro de emergencia por cable de jalón.
-

9 1 Transportador para campo medida 36" x 50' ( C 4) completo con:

Diseño de bastidor tipo armadura soportes de bastidor tipo A, accionamiento por bandas tipo V, protectores de banda, a través de motor eléctrico de 40 H.p. totalmente cerrado, con reductor, polea de mando con ceja, polea de cola tipo ala, canalón colector de 5' de largo con protectores de hule ajustable.

- Rodillos de impacto en el centro de carga
  - Sistema de paro del reductor.
  - Banda de 3 capas.
  - Limpiador de banda.
  - Interruptor de paro de emergencia por cable de jalón.
  - Canalón de descarga con lienzos de refuerzo.
- 

10 1 Transportador para campo medida 30" x 50' ( C 5) completo con:

Diseño de bastidor tipo armadura soportes de bastidor tipo A, accionamiento por bandas tipo V, protectores de banda, a través de motor eléctrico de 10 H.p. totalmente cerrado, con reductor, polea de mando con ceja, polea de cola tipo ala, alimentación por gusano, banda de 2 capas, canalón colector de 5' de largo con protectores de hule ajustable.

- Sistema de paro del reductor.
  - Limpiador de banda.
  - Interruptor de paro de emergencia por cable de jalón.
  - Canalón de descarga con lienzos de refuerzo.
- 

10 1 Transportador para campo medida 36" x 60' ( C 6) completo con:

Diseño de bastidor tipo armadura soportes de bastidor tipo A, accionamiento por bandas tipo V, protectores de banda, a través de motor eléctrico de 15 H.p. totalmente cerrado, con reductor, polea de mando con ceja, polea de cola tipo ala, alimentación por gusano, banda de 2 capas, canalón colector de 5' de largo con protector de hule ajustable.

- Sistema de paro del reductor.
- Faldones en la sección de los primeros 30' para los puntos de carga. (2)
- Limpiador de banda.
- Interruptor de paro de emergencia por cable de jalón.
- Canalón de descarga con lienzos de refuerzo.

- 
- 11      1      **Transportador medida 36" x 170' (C 7) completo con:**
- Diseño de bastidor de canal en la primera sección de 30' soportado horizontalmente con soportes de bastidor tipo H, diseño del bastidor tipo armadura en los últimos 140', soportados a 18° sobre soportes del bastidor tipo A, accionamiento por bandas tipo V, protectores de banda, a través de un motor eléctrico de 50 H.p. totalmente cerrado, con reductor, polea de mando con ceja, polea de cola tipo ala, banda de 2 capas, canalón colector de 5' de longitud con protectores de hule ajustable.
- Tolva receptora con lienzos de refuerzo.
  - Faldones en la sección del bastidor de canal.
  - Compensador de ajuste de la banda (menos peso).
  - Sistema de paro del reductor.
  - Limpiador de banda.
  - Andenes a un lado de la sección inclinada con agarraderas alrededor de la sección del cabezal.
  - Interruptor de paro de emergencia con cable de jalón.
- 
- 12      1      **Canalón de descarga dividida para el transportador (C7) para medir el material entre el transportador y la Planta de cribado de 4 pisos 6 x 20, el canalón debe ser soportado separando de las torres de cribado.**
- 
- 13      1      **Transportador para campo medida 30" x 30' (C8) completo con:**
- Diseño de bastidor tipo armadura soportes de bastidor tipo A, accionamiento por bandas tipo V, protectores de banda, a través de motor eléctrico de 10 H.p. totalmente cerrado, con reductor, polea de mando con ceja, polea de cola tipo ala, alimentación por gusano, banda de 2 capas, canalón colector de 5' de largo con protectores de hule ajustables.
- Sistema de paro del reductor.
  - Faldones en el total del transportador para los puntos de carga (2).
  - Limpiador de banda.
  - Interruptor de paro de emergencia por cable de jalón.
  - Canalón de descarga con lienzos de refuerzo.
-

---

14      1      **Transportador medida 30" x 120' (C9) completo con:**

Diseño de bastidor tipo estructura, soportes de bastidor tipo A, accionamiento por bandas tipo V, protectores de banda, a través de motor eléctrico de 25 H.p. totalmente cerrado, con reductor, polea de mando con ceja, polea de cola tipo ala, alimentación por gusano, banda de 2 capas, canalón colector de 5' de largo con protectores de hule ajustables.

- Tolva receptora con lienzos de refuerzo.
  - Sistema de paro del reductor.
  - Limpiador de banda.
  - Andenes en un lado con agarraderas en la sección del cabezal.
  - Interruptor de paro de emergencia por cable de jalón.
  - Canalón de descarga con lienzos de refuerzo.
- 

15      1      **Transportador para campo medida 30" x 50' (C10) completo con:**

Diseño de bastidor tipo estructura, soportes de bastidor tipo A, accionamiento por bandas tipo V, protectores de banda, a través de motor eléctrico de 10 H.p. totalmente cerrado, con reductor, polea de mando con ceja, polea de cola tipo ala, alimentación por gusano, banda de 2 capas, canalón colector de 5' de largo con protectores de hule ajustables.

- Sistema de paro del reductor.
  - Limpiador de banda.
  - Interruptor de paro de emergencia por cable de jalón.
  - Canalón de descarga con lienzos de refuerzo.
- 

16      1      **Transportador de apilamiento con altura fija medida 30" x 80' (C11) completo con:**

Diseño de bastidor tipo armadura, soportes de brazo en V, accionamiento por bandas tipo V, protectores de banda, a través de motor eléctrico de 20 H.p. totalmente cerrado, polea de mando con ceja, polea de cola tipo ala, alimentación por gusano, banda de 2 capas, canalón colector de 5' de largo con protectores de hule ajustables.

- Sistema de paro del reductor.
  - Limpiador de banda.
  - Interruptor de paro de emergencia por cable de jalón.
  - Tolva receptora.
  - Andenes a un lado con agarraderas en la sección del cabezal.
- 

15            1    **Transportador para campo medida 30" x 50' (C12) completo con:**

Diseño de bastidor tipo estructura, soportes de bastidor tipo A, accionamiento por bandas tipo V, protectores de banda, a través de motor eléctrico de 10 H.p. totalmente cerrado, con reductor, polea de mando con ceja, polea de cola tipo ala, alimentación por gusano, banda de 2 capas, canalón colector de 5' de largo con protectores de hule ajustables.

- Sistema de paro del reductor.
  - Limpiador de banda.
  - Interruptor de paro de emergencia por cable de jalón.
  - Canalón de descarga con lienzos de refuerzo.
- 

16            1    **Transportador de apilamiento con altura fija medida 30" x 80' (C13) completo con:**

Diseño de bastidor tipo armadura, soportes de brazo en V, accionamiento por bandas tipo V, protectores de banda, a través de motor eléctrico de 20 H.p. totalmente cerrado, polea de mando con ceja, polea de cola tipo ala, alimentación por gusano, banda de 2 capas, canalón colector de 5' de largo con protectores de hule ajustables.

- Sistema de paro del reductor.
  - Limpiador de banda.
  - Interruptor de paro de emergencia por cable de jalón.
  - Tolva receptora.
  - Andenes a un lado con agarraderas en la sección del cabezal.
-

---

15      1      **Transportador para campo medida 30" x 50' (C14) completo con:**

Diseño de bastidor tipo estructura, soportes de bastidor tipo A, accionamiento por bandas tipo V, protectores de banda, a través de motor eléctrico de 10 H.p. totalmente cerrado, con reductor, polea de mando con ceja, polea de cola tipo ala, alimentación por gusano, banda de 2 capas, canalón colector de 5' de largo con protectores de hule ajustables.

- Sistema de paro del reductor.
  - Limpiador de banda.
  - Interruptor de paro de emergencia por cable de jalón.
  - Canalón de descarga con lienzos de refuerzo.
- 

16      1      **Transportador de aplamamiento con altura fija medida 30" x 80' (C15) completo con:**

Diseño de bastidor tipo armadura, soportes de brazo en V, accionamiento por bandas tipo V, protectores de banda, a través de motor eléctrico de 20 H.p. totalmente cerrado, polea de mando con ceja, polea de cola tipo ala, alimentación por gusano, banda de 2 capas, canalón colector de 5' de largo con protectores de hule ajustables.

- Sistema de paro del reductor.
  - Limpiador de banda.
  - Interruptor de paro de emergencia por cable de jalón.
  - Tolva receptora.
  - Andenes a un lado con agarraderas en la sección del cabezal.
- 

15      1      **Transportador para campo medida 30" x 50' (C16) completo con:**

Diseño de bastidor tipo estructura, soportes de bastidor tipo A, accionamiento por bandas tipo V, protectores de banda, a través de motor eléctrico de 10 H.p. totalmente cerrado, con reductor, polea de mando con ceja, polea de cola tipo ala, alimentación por gusano, banda de 2 capas, canalón colector de 5' de largo con protectores de hule ajustables.

- Sistema de paro del reductor.
- Limpiador de banda.
- Interruptor de paro de emergencia por cable de jalón.
- Canalón de descarga con lienzos de refuerzo.

16 1 **Transportador de apilamiento con altura fija medida 30" x 80' (C15) completo con:**

Diseño de bastidor tipo armadura, soportes de brazo en V, accionamiento por bandas tipo V, protectores de banda, a través de motor eléctrico de 20 H.p. totalmente cerrado, polea de mando con ceja, polea de cola tipo ala, alimentación por gusano, banda de 2 capas, canalón colector de 5' de largo con protectores de hule ajustables.

- Sistema de paro del reductor.
- Limpiador de banda.
- Interruptor de paro de emergencia por cable de jalón.
- Tolva receptora.
- Andenes a un lado con agarraderas en la sección del cabezal.

**PRECIO DE LOS CONCEPTOS ANTES DESCRITOS**  
**L.A.B. ALMACEN DE LA PLANTA DE ASFALTO DEL D.F. ....U.S. Dlls \$ 3'876,108.00**  
**MAS 15% DE I.V.A.**

Tiempo de Entrega: 16 a 18 Semanas.

Condiciones de Pago: De acuerdo a las estipuladas por la Planta de Asfalto del D.F.

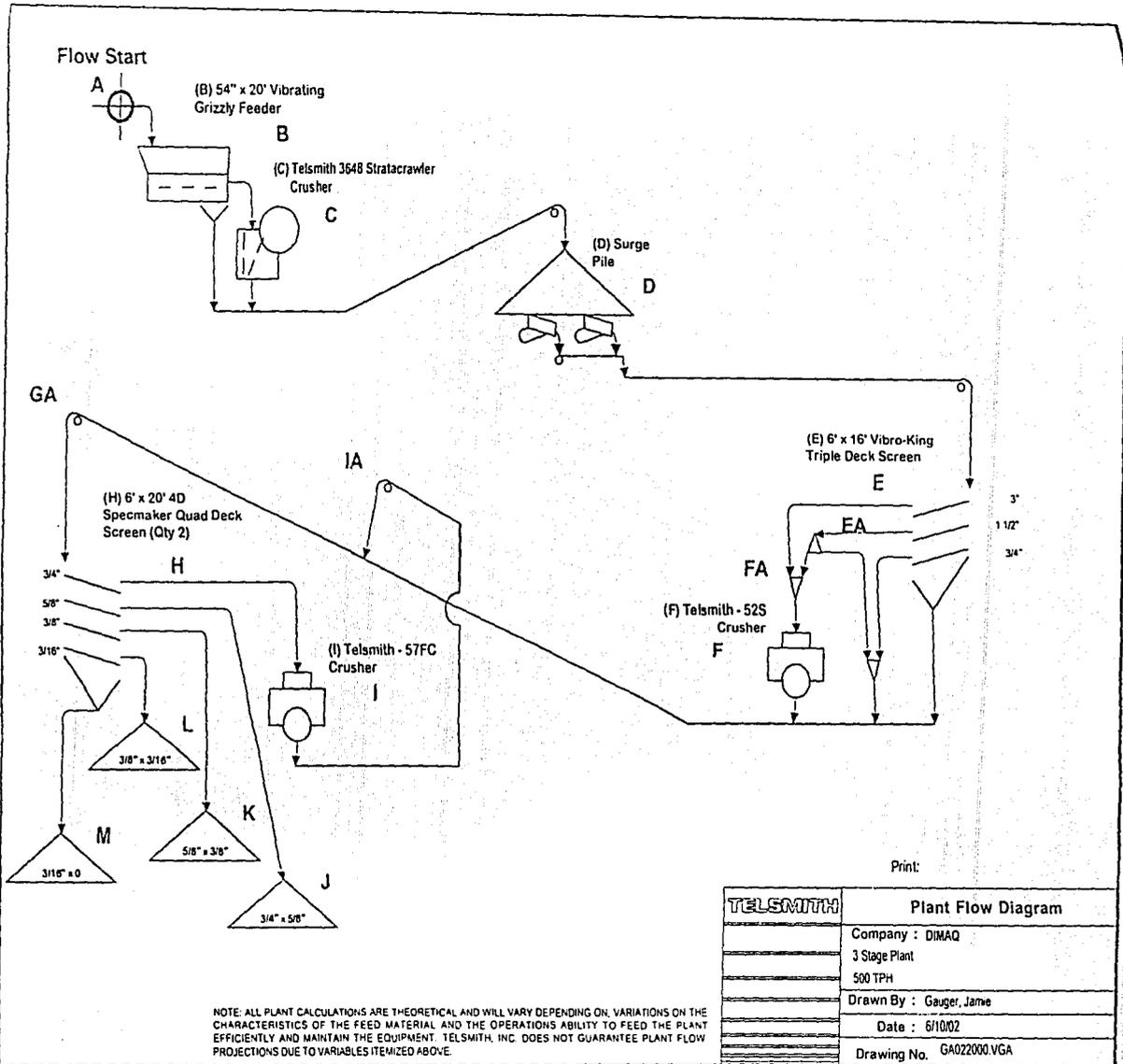
Nota: Cotización sujeta a cambios sin previo aviso mientras no sea aceptada y documentada en firme.

**A t e n t a m e n t e,**  
**Distribuidora y Arrendadora de**  
**Maquinaria para Caminos e**  
**Industria, S.A. de C.V.**

  
Ing. José Luis Castañeda Herrera.  
Gerente de Ventas.

**TESIS CON**  
**FALLA DE ORIGEN**

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN



NOTE: ALL PLANT CALCULATIONS ARE THEORETICAL AND WILL VARY DEPENDING ON: VARIATIONS ON THE CHARACTERISTICS OF THE FEED MATERIAL AND THE OPERATIONS ABILITY TO FEED THE PLANT EFFICIENTLY AND MAINTAIN THE EQUIPMENT. TELSMITH, INC. DOES NOT GUARANTEE PLANT FLOW PROJECTIONS DUE TO VARIABLES ITEMIZED ABOVE.

<b>TELSMITH</b>	<b>Plant Flow Diagram</b>
	Company : DIMAQ
	3 Stage Plant
	500 TPH
	Drawn By : Gauger, Jame
	Date : 6/10/02
	Drawing No. GA022000.VGA

## Telsmith Inc. Plant Calculations

Customer: DIMAQ  
Description: 3 Stage Plant 500 TPH

Drawing/Version No: ga022000.vga  
Job No: 220

Date: 6/12/02 10:11 AM  
Page: 1 of 2

Size of Material	Feed Gradation 500 TPH	B		C		D		E			EA		FA	F		IA	GA	
		+	4"	3648			+	3"	1 1/2"	3/4"	Splitter			52S Feed 271				
		4"	0				3"	1 1/2"	3/4"	x	x	A	B					
+ 25"				4"		100					50%	50%			1 1/4"			
25" x 20"	4.0%	20	20															
20" x 10"	26.0%	130	130															
10" x 8"	14.0%	70	70															
8" x 6"	7.0%	35	35		8.0%	26	26	26					26					
6" x 5"	7.0%	35	35		12.0%	39	38	38					38					
5" x 4"	6.0%	30	30		14.0%	45	45	45					45					
4" x 3"	6.0%	30		30	17.0%	54	84	84					84					
3" x 2 1/2"	5.0%	25		25	19.0%	32	57					29	29	29			29	
2 1/2" x 2"	4.0%	20		20	11.0%	35	55		57			29	28	28			28	
2" x 1 1/2"	4.0%	20		20	7.0%	22	42		42			21	21		16.0%	43	64	
1 1/2" x 1 1/4"	3.0%	15		15	4.0%	13	28								14.0%	38	66	
1 1/4" x 1"	3.0%	15		15	3.0%	10	25								16.0%	43	68	
1" x 7/8"	1.0%	5		5	1.5%	5	10		10						9.0%	24	41	
7/8" x 3/4"	1.0%	5		5	1.5%	5	10		10						7.0%	19	40	
3/4" x 5/8"	1.0%	5		5	1.3%	4	9								8.0%	22	44	
5/8" x 1/2"	1.0%	5		5	2.7%	9	14								6.0%	16	44	
1/2" x 3/8"	1.0%	5		5	3.0%	10	15								6.0%	16	55	
3/8" x 5/16"	1.0%	5		5	0.7%	2	7								3.0%	8	29	
5/16" x 1/4"	1.0%	5		5	0.6%	2	7								3.0%	8	26	
1/4" x 3/16"	1.0%	5		5	0.7%	2	7								3.0%	8	26	
3/16" x 3/32"	1.0%	5		5	0.8%	2	7								3.5%	9	40	
3/32" x 3/64"	1.0%	5		5	0.6%	2	7								2.0%	5	29	
3/64" x 0	1.0%	5		5	0.7%	2	7								3.5%	9	26	
	100%	500	320	180	100%	320	500	193	155	72	80	77	77	271	100%	271	364	864

25	4"
6.3	1 R R
Cap	460
	70%

500 TPH
Inclined Triple
Quantity: 1

8	1 1/4"
6.4	1 R R
Cap	380
XC	71%

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

NOTE: ALL PLANT CALCULATIONS ARE THEORETICAL AND WILL VARY DEPENDING ON VARIATIONS OF THE CHARACTERISTICS OF THE FEED MATERIAL AND THE OPERATOR'S ABILITY TO FEED THE PLANT EFFICIENTLY AND MAINTAIN THE EQUIPMENT. TELSMITH INC. DOES NOT GUARANTEE PLANT FLOW PROJECTIONS DUE TO VARIABLES ITEMIZED ABOVE.

## Telsmith Inc. Plant Calculations

Customer: DIMAQ  
Description: 3 Stage Plant 500 TPH

Drawing/Version No: ga022000.vga  
Job No: 220

Date: 6/12/02 10:11 AM  
Page: 2 of 2

Size of Material	H					I	J	K	L	M
	+	3/4"	5/8"	3/8"	3/16"	57FC Feed 364	3/4"	5/8"	3/8"	3/16"
	3/4"	5/8"	3/8"	3/16"	0	5/8"	5/8"	3/8"	3/16"	0
+ 25"										
25" x 20"										
20" x 10"										
10" x 8"										
8" x 6"										
6" x 5"										
5" x 4"										
4" x 3"										
3" x 2 1/2"	29									
2 1/2" x 2"	28									
2" x 1 1/2"	64									
1 1/2" x 1 1/4"	66									
1 1/4" x 1"	68									
1" x 7/8"	41					2.0%	7			
7/8" x 3/4"	69					11.0%	40			
3/4" x 5/8"		75				12.0%	44	75		
5/8" x 1/2"			74			12.0%	44		74	
1/2" x 3/8"			85			15.0%	55		85	
3/8" x 5/16"				45		8.0%	29		45	
5/16" x 1/4"				41		7.0%	26		41	
1/4" x 3/16"				41		7.0%	26		41	
3/16" x 3/32"					57	11.0%	40			57
3/32" x 3/64"					41	8.0%	29			41
3/64" x 0					42	7.0%	26			42
	364	75	159	126	140	100%	364	75	159	126

864 TPH	3	5/8"
Inclined Quad	4.8	1 R R
Quantity: 2	Cap	390
	M/F	93%

NOTE: ALL PLANT CALCULATIONS ARE THEORETICAL AND WILL VARY DEPENDING ON VARIATIONS OF THE CHARACTERISTICS OF THE FEED MATERIAL AND THE OPERATOR'S ABILITY TO FEED THE PLANT EFFICIENTLY AND MAINTAIN THE EQUIPMENT. TELSMITH INC. DOES NOT GUARANTEE PLANT FLOW PROJECTIONS DUE TO VARIABLES ITEMIZED ABOVE.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## TelSmith Inc. Screen Report for DIMAQ

ga022000.vga

6/11/02 9:14 AM

By: GA

6' X 16' Vibro-King Inclined Triple Screen				Qty: 1	Ref Des: E
Screen Opening	Feed to Deck	1/2 Size	Overs Product		
Top Deck 70 Sq.Ft	3"	500	[152]	193	+ 3" PRODUCT
2nd Deck 71 Sq.Ft	1 1/2"	307	[80]	155	3" x 1 1/2" PRODUCT
3rd Deck 52 Sq.Ft	3/4"	152	[43]	72	1 1/2" x 3/4" PRODUCT
71 Sq.Ft req'd for this screen		80	FINE PRODUCT		- 3/4" PRODUCT
96 Sq.Ft = 6' X 16' Inclined Triple Screen				Qty: 1	

Top Deck 3"										70 Sq. Ft Req'd	Feed -	Overs =	Throughs
4.36 Product Factors A - J										500	193	307	
A X	B X	C X	D X	E X	F X	G X	H X	I X	J				
4.17	0.89	1.00	0.80	1.00	1.00	1.47	1.00	1.00	1.00				
	39%	94	30%	Dry	1st	74%	Square	100	Incl				
	Over	Eff.	1/2	Wet or	Deck	Open	Slot	# Per	Incl or				
	Size		Size	Dry		Area	Factor	Cu. Ft.	Horz				
Media: Wire										Type: Standard			
2nd Deck 1 1/2"										71 Sq. Ft Req'd	Feed -	Overs =	Throughs
2.13 Product Factors A - J										307	155	152	
A X	B X	C X	D X	E X	F X	G X	H X	I X	J				
3.04	0.79	1.00	0.72	1.00	0.90	1.37	1.00	1.00	1.00				
	50%	94	26%	Dry	2nd	69%	Square	100	Incl				
	Over	Eff.	1/2	Wet or	Deck	Open	Slot	# Per	Incl or				
	Size		Size	Dry		Area	Factor	Cu. Ft.	Horz				
Media: Wire										Type: Standard			
3rd Deck 3/4"										52 Sq. Ft Req'd	Feed -	Overs =	Throughs
1.54 Product Factors A - J										152	72	80	
A X	B X	C X	D X	E X	F X	G X	H X	I X	J				
2.52	0.82	1.00	0.76	1.00	0.80	1.23	1.00	1.00	1.00				
	47%	94	28%	Dry	3rd	61%	Square	100	Incl				
	Over	Eff.	1/2	Wet or	Deck	Open	Slot	# Per	Incl or				
	Size		Size	Dry		Area	Factor	Cu. Ft.	Horz				
Media: Wire										Type: Standard			

NOTE: ALL PLANT CALCULATIONS ARE THEORETICAL AND WILL VARY DEPENDING ON VARIATIONS OF THE CHARACTERISTICS OF THE FEED MATERIAL AND THE OPERATOR'S ABILITY TO FEED THE PLANT EFFICIENTLY AND MAINTAIN THE EQUIPMENT. TELSMITH INC. DOES NOT GUARANTEE PLANT FLOW PROJECTIONS DUE TO VARIABLES ITEMIZED ABOVE.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

## TelSmith Inc. Screen Report for DIMAO

ga022000.vga

By: GA

6/11/02 9:14 AM

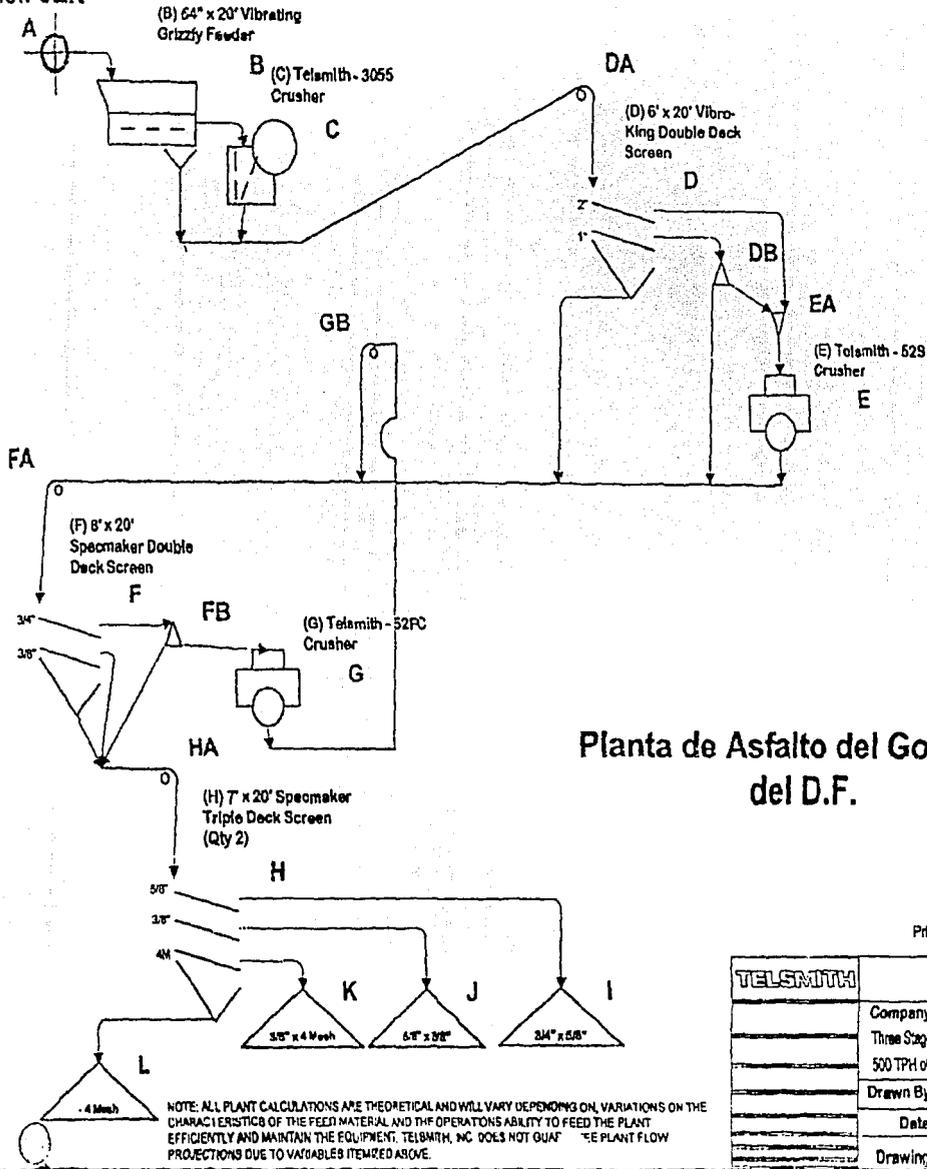
6' X 20' 4D Specmaker Inclined Quad Screen				Qty: 2	Ref Des: H
Screen Opening	Feed to Deck	1/2 Size	Overs Product		
Top Deck 229 Sq.Ft	3/4"	864	[ 266 ]	364	+ 3/4" PRODUCT
2nd Deck 146 Sq.Ft	5/8"	500	[ 222 ]	75	3/4" x 5/8" PRODUCT
3rd Deck 205 Sq.Ft	3/8"	425	[ 140 ]	159	5/8" x 3/8" PRODUCT
4th Deck 216 Sq.Ft	3/16"	266	[ 84 ]	126	3/8" x 3/16" PRODUCT
229 Sq.Ft req'd for this screen	140	FINE PRODUCT			- 3/16" PRODUCT
240 Sq.Ft = 6' X 20' Inclined Quad Screen				Qty: 2	

Top Deck		3/4"		229 Sq. Ft Req'd				Feed -	Overs =	Throughs
		2.18 Product Factors A - J				864		364		500
A X	B X	C X	D X	E X	F X	G X	H X	I X	J	
2.52	0.86	1.00	0.82	1.00	1.00	1.23	1.00	1.00	1.00	1.00
	42%	94	31%	Dry	1st	51%	Square	100	Incl	
	Over	Eff.	1/2	Wet or	Deck	Open	Slot	# Per	Incl or	
	Size		Size	Dry		Area	Factor	Cu. Ft.	Horz	
		Media: Wire				Type: Standard				
2nd Deck		5/8"		146 Sq. Ft Req'd				Feed -	Overs =	Throughs
		2.91 Product Factors A - J				500		75		425
A X	B X	C X	D X	E X	F X	G X	H X	I X	J	
2.39	1.07	1.00	1.08	1.00	0.90	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00
	15%	94	44%	Dry	2nd	58%	Square	100	Incl	
	Over	Eff.	1/2	Wet or	Deck	Open	Slot	# Per	Incl or	
	Size		Size	Dry		Area	Factor	Cu. Ft.	Horz	
		Media: Wire				Type: Standard				
3rd Deck		3/8"		205 Sq. Ft Req'd				Feed -	Overs =	Throughs
		1.3 Product Factors A - J				425		159		266
A X	B X	C X	D X	E X	F X	G X	H X	I X	J	
2.04	0.90	1.00	0.86	1.00	0.80	1.03	1.00	1.00	1.00	1.00
	37%	94	33%	Dry	3rd	51%	Square	100	Incl	
	Over	Eff.	1/2	Wet or	Deck	Open	Slot	# Per	Incl or	
	Size		Size	Dry		Area	Factor	Cu. Ft.	Horz	
		Media: Wire				Type: Standard				
4th Deck		3/16"		216 Sq. Ft Req'd				Feed -	Overs =	Throughs
		0.65 Product Factors A - J				266		126		140
A X	B X	C X	D X	E X	F X	G X	H X	I X	J	
1.41	0.82	1.00	0.82	1.00	0.70	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00
	47%	94	31%	Dry	4th	49%	Square	100	Incl	
	Over	Eff.	1/2	Wet or	Deck	Open	Slot	# Per	Incl or	
	Size		Size	Dry		Area	Factor	Cu. Ft.	Horz	
		Media: Wire				Type: Light				

NOTE: ALL PLANT CALCULATIONS ARE THEORETICAL AND WILL VARY DEPENDING ON VARIATIONS OF THE CHARACTERISTICS OF THE FEED MATERIAL AND THE OPERATOR'S ABILITY TO FEED THE PLANT EFFICIENTLY AND MAINTAIN THE EQUIPMENT. TELSMITH INC. DOES NOT GUARANTEE PLANT FLOW PROJECTIONS DUE TO VARIABLES

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

Flow Start



Planta de Asfalto del Gobierno del D.F.

Print

TELSMITH	Plant Flow Diagram
	Company : DRMAQ
	Three Stage Plant
	500 TPH of -3/4"
	Drawn By : Geugel, Jamie
	Date : 9/14/00
	Drawing No. GAC05500.VGA

NOTE: ALL PLANT CALCULATIONS ARE THEORETICAL AND WILL VARY DEPENDING ON VARIATIONS ON THE CHARACTERISTICS OF THE FEED MATERIAL AND THE OPERATIONS ABILITY TO FEED THE PLANT EFFICIENTLY AND MAINTAIN THE EQUIPMENT. TELSMTIH, INC DOES NOT QUAF THE PLANT FLOW PROJECTIONS DUE TO VARIABLES ITEMIZED ABOVE.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



# Telsmith Inc. Plant Calculations

Customer: DIMAQ  
Description: Three Stage Plant 500 TPH of -3/4"

Drawing/Version No: ga005500.vga  
Job No: 55

Date: 9/14/00 1:43 PM  
Page: 2 of 2

Size of Material	F		FB		G	HA	H				I	J	K	L		
	+	x	3/8"	Splitter	52FC		5/8"	3/8"	4M	2"	5/8"	3/8"	4M			
	3/4"	3/8"	0	A	B	Feed 179	+	x	x	x	x	x	x	x		
				30%	70%	3/8"	5/8"	3/8"	4M	0	5/8"	3/8"	4M	0		
+ 25"																
25" x 20"																
20" x 8"																
8" x 6"																
6" x 4"																
4" x 3"																
3" x 2"																
2" x 1 1/2"	39			12	27		12	12			12					
1 1/2" x 1"	137			41	96		41	41			41					
1" x 7/8"	43			13	30		13	13			13					
7/8" x 3/4"	37			11	28		11	11			11					
3/4" x 5/8"		34					34	34			34					
5/8" x 1/2"		48				6.0%	11	48				48				
1/2" x 3/8"		66				13.0%	23	66				66				
3/8" x 5/16"			33			8.0%	16	33					33			
5/16" x 1/4"			39			8.0%	16	39					39			
1/4" x 4M			41			10.0%	18	41					41			
4M x 3/32"			53			16.0%	29	53			53			53		
3/32" x 3/64"			51			17.0%	30	51			51			51		
3/64" x 0			58			20.0%	35	58			58			58		
	256	148	275	77	178	100%	179	500	111	114	112	162	111	114	112	162

679 TPH
Inclined Double
Quantity: 1

2	3/8"
5.3	1 R R
Cap	200
F	80%

500 TPH
Inclined Triple
Quantity: 2

NOTE: ALL PLANT CALCULATIONS ARE THEORETICAL AND WILL VARY DEPENDING ON VARIATIONS OF THE CHARACTERISTICS OF THE FEED MATERIAL AND THE OPERATOR'S ABILITY TO FEED THE PLANT EFFICIENTLY AND MAINTAIN THE EQUIPMENT. TELSMITH INC. DOES NOT GUARANTEE PLANT FLOW PROJECTIONS DUE TO VARIABLES ITEMIZED ABOVE.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

\*\*\*\*\* NOT RESEARCH \*\*\*\*\*

**Telsmith Inc. Screen Report for DIMAQ**

ga005500.vga

9/14/00 1:43 PM

By: GA

6' X 20' Vibro-King Inclined Double Screen				Qty: 1	Ref Des: D
Screen Opening	Feed to Deck	1/2 Size	Overs Product		
Top Deck 108 Sq.Ft	2"	500	[111] 268	+ 2"	PRODUCT
2nd Deck 61 Sq.Ft	1"	233	[63] 121	2" x 1"	PRODUCT
108 Sq.Ft req'd for this screen				111	FINE PRODUCT
120 Sq.Ft = 6' X 20' Inclined Double Screen				Qty: 1	

Top Deck		2"		108 Sq. Ft Req'd				Feed =	Overs =	Throughs
		2.15 Product Factors A - J				500		268		233
A X	B X	C X	D X	E X	F X	G X	H X	I X	J	
3.45	0.76	1.00	0.64	1.00	1.00	1.28	1.00	1.00	1.00	
	53%	94	22%	Dry	1st	64%	Square	100	Incl	
	Over	Eff.	1/2	Wet or	Deck	Open	Slot	# Per	Incl or	
	Size		Size	Dry		Area	Factor	Cu. Ft.	Horz	
				Media: Wire		Type: Heavy				
2nd Deck		1"		61 Sq. Ft Req'd				Feed =	Overs =	Throughs
		1.82 Product Factors A - J				233		121		111
A X	B X	C X	D X	E X	F X	G X	H X	I X	J	
2.78	0.77	1.00	0.74	1.00	0.90	1.28	1.00	1.00	1.00	
	52%	94	27%	Dry	2nd	64%	Square	100	Incl	
	Over	Eff.	1/2	Wet or	Deck	Open	Slot	# Per	Incl or	
	Size		Size	Dry		Area	Factor	Cu. Ft.	Horz	
				Media: Wire		Type: Standard				

NOTE: ALL PLANT CALCULATIONS ARE THEORETICAL AND WILL VARY DEPENDING ON VARIATIONS OF THE CHARACTERISTICS OF THE FEED MATERIAL AND THE OPERATOR'S ABILITY TO FEED THE PLANT EFFICIENTLY AND MAINTAIN THE EQUIPMENT. TELSMTIH INC. DOES NOT GUARANTEE PLANT FLOW PROJECTIONS DUE TO VARIABLES ITEMIZED ABOVE.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

**Telsmith Inc. Screen Report for DIMAQ**

ga005500.vga

9/14/00 1:43 PM

By: **GA**

<b>8' X 20' Specmaker Inclined Double Screen</b>				<b>Qty: 1</b>	<b>Ref Des: F</b>
	Screen Opening	Feed to Deck	1/2 Size	Overs Product	
Top Deck	152 Sq.Ft 3/4"	679	[275]	256	+ 3/4" PRODUCT
2nd Deck	157 Sq.Ft 3/8"	423	[162]	148	3/4" x 3/8" PRODUCT
157 Sq.Ft req'd for this screen				275	FINE PRODUCT
160 Sq.Ft = 8' X 20' Inclined Double Screen					- 3/8" PRODUCT
				<b>Qty: 1</b>	

<b>Top Deck</b>		<b>3/4"</b>		<b>152 Sq. Ft Req'd</b>				<b>Feed =</b>	<b>Overs =</b>	<b>Throughs</b>
				<b>2.79 Product Factors A - J</b>				<b>679</b>	<b>256</b>	<b>423</b>
A X	B X	C X	D X	E X	F X	G X	H X	I X	J	
2.52	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.23	1.00	1.00	1.00	
	38%	94	40%	Dry	1st	61%	Square	100	Incl	
	Over	Eff.	1/2	Wet or	Deck	Open	Slot	# Per	Incl or	
	Size		Size	Dry		Area	Factor	Cu. Ft.	Horz	
				Media: Wire		Type: Standard				
<b>2nd Deck</b>		<b>3/8"</b>		<b>157 Sq. Ft Req'd</b>				<b>Feed =</b>	<b>Overs =</b>	<b>Throughs</b>
				<b>1.75 Product Factors A - J</b>				<b>423</b>	<b>148</b>	<b>275</b>
A X	B X	C X	D X	E X	F X	G X	H X	I X	J	
2.04	0.92	1.00	0.96	1.00	0.90	1.08	1.00	1.00	1.00	
	32%	94	30%	Dry	2nd	58%	Square	100	Incl	
	Over	Eff.	1/2	Wet or	Deck	Open	Slot	# Per	Incl or	
	Size		Size	Dry		Area	Factor	Cu. Ft.	Horz	
				Media: Wire		Type: Light				

NOTE: ALL PLANT CALCULATIONS ARE THEORETICAL AND WILL VARY DEPENDING ON VARIATIONS OF THE CHARACTERISTICS OF THE FEED MATERIAL AND THE OPERATOR'S ABILITY TO FEED THE PLANT EFFICIENTLY AND MAINTAIN THE EQUIPMENT. TELSMITH INC DOES NOT GUARANTEE PLANT FLOW PROJECTIONS DUE TO VARIABLES ITEMIZED ABOVE.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Telsmith Inc. Screen Report for DIMAQ

ga005500.vga

9/14/00 1:43 PM

By: GA

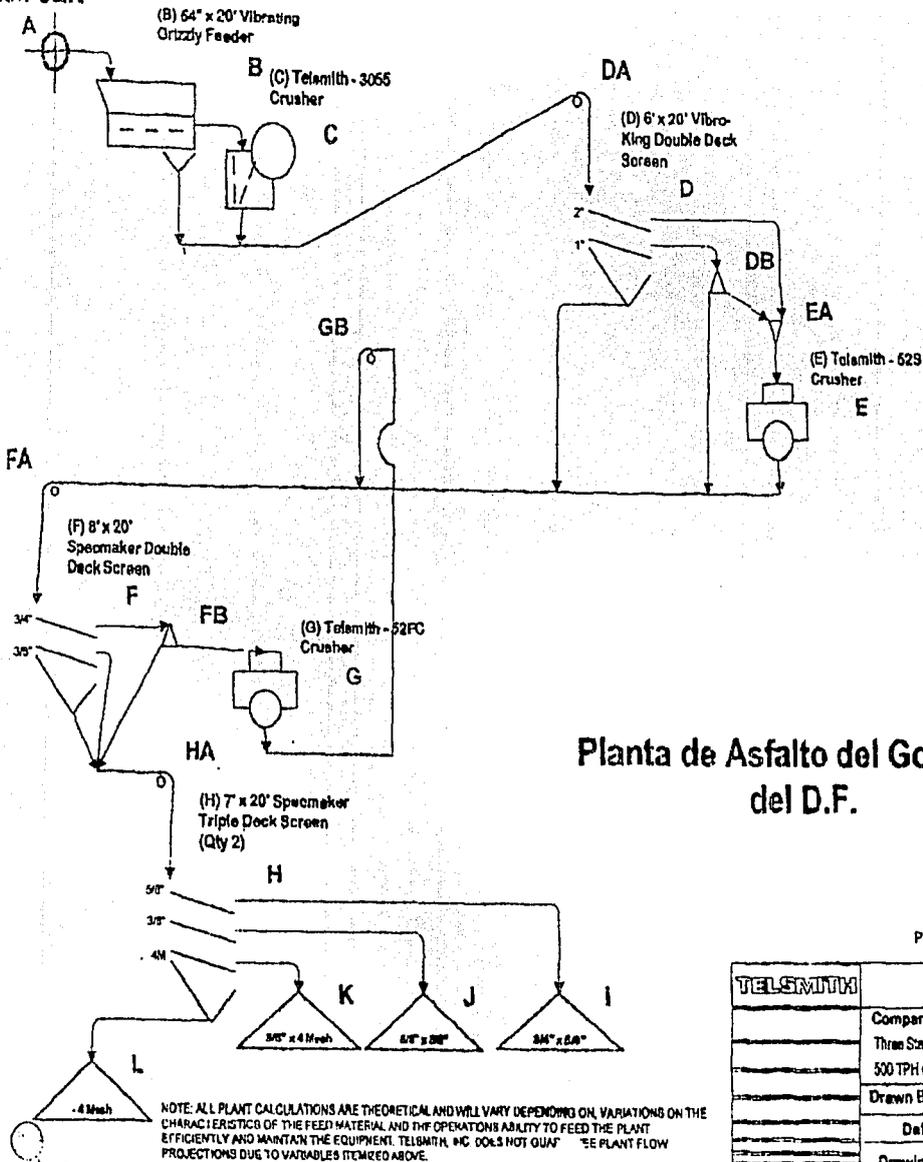
7' X 20' Specmaker Inclined Triple Screen				Qty: 2	Ref Des: H
Screen Opening	Feed to Deck	1/2 Size	Overs Product		
Top Deck 115 Sq.Ft	5/8"	500	[ 242 ]	111	+ 5/8" PRODUCT
2nd Deck 138 Sq.Ft	3/8"	389	[ 162 ]	114	5/8" x 3/8" PRODUCT
3rd Deck 272 Sq.Ft	4M	275	[ 58 ]	112	3/8" x 4M PRODUCT
272 Sq.Ft req'd for this screen		162	FINE PRODUCT		- 4M PRODUCT
280 Sq.Ft = 7' X 20' Inclined Triple Screen				Qty: 2	

Top Deck		5/0"		116 Sq. Ft Req'd				Feed	Overs =	Throughs
				3,37 Product Factors A - J				500	111	389
A X	B X	C X	D X	E X	F X	G X	H X	I X	J	
2.39	1.00	1.00	1.16	1.00	1.00	1.21	1.00	1.00	1.00	
	22%	94	48%	Dry	1st	61%	Square	100	Incl	
	Over	Eff.	1/2	Wet or	Deck	Open	Slot	# Per	Incl or	
	Size		Size	Dry		Area	Factor	Cu. Ft.	Horz	
				Media: Wire	Type: Light					
2nd Deck		3/8"		138 Sq. Ft Req'd				Feed	Overs =	Throughs
				1.98 Product Factors A - J				389	114	275
A X	B X	C X	D X	E X	F X	G X	H X	I X	J	
2.04	0.96	1.00	1.04	1.00	0.90	1.08	1.00	1.00	1.00	
	29%	94	42%	Dry	2nd	54%	Square	100	Incl	
	Over	Eff.	1/2	Wet or	Deck	Open	Slot	# Per	Incl or	
	Size		Size	Dry		Area	Factor	Cu. Ft.	Horz	
				Media: Wire	Type: Light					
3rd Deck		4M		272 Sq. Ft Req'd				Feed	Overs =	Throughs
				0,6 Product Factors A - J				275	112	162
A X	B X	C X	D X	E X	F X	G X	H X	I X	J	
1.41	0.87	1.00	0.62	1.00	0.80	0.98	1.00	1.00	1.00	
	41%	94	21%	Dry	3rd	49%	Square	100	Incl	
	Over	Eff.	1/2	Wet or	Deck	Open	Slot	# Per	Incl or	
	Size		Size	Dry		Area	Factor	Cu. Ft.	Horz	
				Media: Wire	Type: Light					

NOTE: ALL PLANT CALCULATIONS ARE THEORETICAL AND WILL VARY DEPENDING ON VARIATIONS OF THE CHARACTERISTICS OF THE FEED MATERIAL AND THE OPERATOR'S ABILITY TO FEED THE PLANT EFFICIENTLY AND MAINTAIN THE EQUIPMENT. TELSMITH INC. DOES NOT GUARANTEE PLANT FLOW PROJECTIONS DUE TO VARIABLES ITEMIZED ABOVE.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Flow Start



## Planta de Asfalto del Gobierno del D.F.

Princ

TELSMITH	Plant Flow Diagram
	Company : DMAQ
	Three Stage Plant
	500 TPH of 3/4"
	Drawn By : Gauger, Jamie
	Date : 9/14/00
	Revision No. GAO0500.VGA

135.00 CON  
 FALLA DE ORIGEN

PLANTAS DE ASFALTO

GENCOR	ASTEC	C.M.I.
<p>Planta estacionaria con capacidad para producir 450 TMPH a 1000 pies de altura sobre el nivel del mar y 5% máximo de humedad en los agregados, incorpora hasta el 50% de reciclado.                      Precio en dólares americanos LBA en México D.F. \$2,576,491.00</p> <p>También fabrica plantas portátiles de mezcla asfáltica con capacidad para producir desde 50 a 450 TMPH, utilizando las mismas especificaciones que una planta estacionaria.</p> <p>Gencor Industries, I.N.C.                      5201 North Orange Blossom Trail                      Orlando, Florida 32810</p>	<p>Planta estacionaria con capacidad para producir a 400 TMPH a nivel del mar y 5% máximo de humedad en los agregados incorpora hasta el 50% de reciclado.                      Precio en dólares americanos LBA en México, D.F. \$2,572,300.00.</p> <p>Además fabrica plantas portátiles de 50 a 400 toneladas con las mismas características que una estacionaria.</p> <p>Astec Industries, I.N.C.                      P.O.Box 72787 4101 Jerome Ave.                      Chattanooga, Tennessee 37407</p>	<p>Planta estacionaria con capacidad para producir 400 TMPH a nivel del mar y 5% máximo de humedad en los agregados, incorpora hasta el 50% de reciclado.                      Precio en dólares americanos LBA en México D.F. \$2,315,700.00.</p> <p>También ofrece la fabricación de plantas portátiles con capacidad para producir desde 50 a 400 TMPH utilizando las mismas especificaciones que la estacionaria.</p> <p>C.M.I. corporación                      P.O. Box 1985                      Oklahoma City, Ok 73101</p>

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

CARACTERÍSTICAS DEL TAMBOR SECADOR MEZCLADOR QUE UTILIZAN LAS PLANTAS DE ASFALTO

180

GENCOR	ASTECC	C.M.I.
<p>El diseño patentado de Gencor utiliza un solo tambor secador mezclado en contraflujo que incorpora cuatro tipos diferentes de aletas atornilladas para facilidad de mantenimiento y reemplazo en su interior, permite incorporar hasta el 50% de reciclado, el tambor ultradum 500 de 10' 8" de diámetro por 50' de largo con mando por medio de muñones 20" de diámetro movidos por cuatro motores de 50 H.P.; esta equipado con tolva de alimentación de agregados, bomba de alimentación de inyección de cemento asfáltico de desplazamiento de 15 H.P. y medidor de flujo de masa que compensa automáticamente la variación de la viscosidad, mantenimiento la posición de la inyección en la cantidad de asfalto en la mezcla, esta variación de viscosidad la presenta cuando la utilizan asfaltos modificados y polímeros. Bomba de combustible de 75 H.P. Gencor es el único que incorpora en el interior del secador un extractor de humos azules con motor de 25 H.P. que son los que se producen al contacto del agregado caliente con el asfalto capturándolos a través de una línea interna los envía nuevamente estos hidrocarburos como unidades de calor directo al quemador aprovechándolos más eficientemente, estos hidrocarburos permitiendo tener ahorros de energía. El tambor cuenta con un collar para la alimentación de reciclados que permiten utilizar hasta el 50% de la capacidad operativa de la planta.</p>	<p>Tambor doble barril RDB-400T de 8' de diámetro por 10' de largo y en la parte final se expande al 9' de diámetro, utiliza paletas en el tambor interior para el mezclado incorpora cilindros hidráulicos para apertura el cilindro exterior para permitir el mantenimiento del tambor interior. Debido a esto el mantenimiento del tambor interior Astec, recomienda realizarlo cada 30,000 toneladas producidas ya que la temperatura alcanzada en este tambor interior causa la carbonización del asfalto incorporado en su doble barril por lo que hay que limpiarlo muy continuamente. El tambor es accionado por muñones de rodamiento y mando por cadenas a través de un motor de 200 H.P. el doble tambor esta equipado con una cámara exterior para calentamiento de material reciclado, mezclado de agregados vírgenes, finos provenientes del colector de polvos y mezclado de asfalto líquido. Esta hace que sea más costoso su mantenimiento.</p>	<p>Tambor de triple barril STD-400 de 8' 0" por 9' 4" por 47' 6" estacionario de tres zonas; secado / de transferencia de calor / mezclado, equipado con cámara interna de alto volumen de combustión/ transferencia de calor para separación total de la combustión de área de secado, zona de transferencia de calor y zona de descarga del mezclador, todo esto hace tener mayor incremento de temperaturas con un sustancial aprovechamiento de los B.T.U. totales de entrada y transferencia de calor efectiva en operación tanto con agregados vírgenes como reciclados. El sistema de tracción del tambor es por cremallera y cadena, hace girar al tambor y proporcionan la potencia necesaria para arrancar aun con el tambor en condiciones de plena carga, es soportado por 4 rodillos independientes, incluye una cámara de expansión de gas para la salida del mismo con velocidades de 800 a 1000 F.P.M.</p>

TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN

## CARACTERÍSTICAS DE QUEMADORES DE PLANTAS DE ASFALTO

GENCOR	ASTECH	C.M.I.
<p>Quemador Gencor ultra II para uso de gas o combustibles Líquidos con 150 millones de BTU de capacidad, diseñado para disminuir los niveles de monóxido de carbono y óxidos nitrosos.</p> <p>Reduce las pérdidas de energía, ya que utiliza dos motores para introducir el 100% de aire, ahorrando hasta 8% en consumos utilizando cámara de combustión con material refractario. Al estar encerrado el quemador en el tambor mezclador, el quemador es mucho menos ruidoso que los utilizados en hogar abierto, aletas integrales de modulación de aire, para control óptimo del aire primario de combustión ventilador integral de 10,000 pies cúbicos por minuto con motor de 150 HP., diseñado para operar a altas elevaciones sobre el nivel del mar. Sistema de ajuste en la forma de la flama mientras el quemador esta en operación, bomba de alimentación de combustible de alta presión, control automático de operación para medición de temperatura, control de combustión (aire y combustible); detección avanzada por humedad o cambio de carga en el tambor que permite corregir el rango de calor generado, compensación automática por variación de flujo de masa, indicador de temperatura de gases de salida del tambor con límite máximo: medidas de rango del quemador en %, medidor y control de aire, para probar tanto el quemador como la salida de gases; grabación en papel de la gráfica de la temperatura de la mezcla.</p>	<p>Utiliza el quemador Hauck Eco. Star, ES-100 para uso de gas o combustibles líquidos con 120'000,000 de B.T.U., de capacidad al nivel del mar, utilizado en hogar abierto de alta eficiencia térmica con ajustador de flama, bridas de montaje múltiples para diesel y gas piloto con múltiple, ventilador secundario que proporciona el 100% del aire de combustible, compresor de aire de atomización, completo con regulador de presión, conexión para gases de recirculación para abatir la formación de NOX.</p> <p>Tablero de control para el indicador de temperatura, relevador para falla de flama, medidor de flama, alarma sonora, cuenta con PCC con display digital que le permite controlar temperatura de agregado, succión del quemador, flujo de diesel a gas, fallas de aire y fallas de flama; ventilador de flujo de los gases de chimenea, ventilador de recirculación de los gases de combustión con motor de 40 HP transmisiones de presión para los gases de combustión y el otro para los gases de recirculación.</p>	<p>Utiliza el quemador ECO Star, Hauck ES-115, para gas o combustible proporciona una combustión de alta eficiencia para un máximo aprovechamiento de los BTU disponibles en la transferencia de calor, con turbina de alta presión produce mayor aire primario creando así una máxima emisión de calor con un mínimo requerido de aire secundario.</p> <p>Bomba para alimentación de combustible produce una relación de aire combustible muy eficiente, incluye un sistema electrónico de control de combustión, el cual controla aire y flujo de combustible, y el abanico del extractor, todos independientes lo cual garantiza también para combustión controlada, incluye paquete de reducción de sonido sólo por impulso, cuenta con sistema de monitores de temperatura de la mezcla y temperatura de los gases de escape por la chimenea.</p>

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

TRANSPORTADOR, ELEVADOR DE RASTRAS Y SILOS DE ALMACENAMIENTO.

GENCOR	ASTECC	C.M.I.
<p>Elevador Inclinado de Rastras de 450 toneladas por hora de capacidad, de 81' de largo para alimentación de silos equipado con sistema de limpieza y rechazo, mando con motor de 100 HP los transportadores (elevador) de rastras son los más pesados en la industria, están garantizados para manejar 2 millones de toneladas de mezcla asfáltica con carga de ruptura de 350,000 lbs.</p> <p>Transportador de transferencia entre los silos de 450 toneladas por hora de capacidad, montado en la parte superior de los silos con motor de 30 HP.</p> <p>Los silos de almacenamiento de mezcla caliente de 180 toneladas de capacidad cada uno, equipados con compresor rotatorio de 30 HP, sistema de prevención de la segregación del material, sistema de calentamiento con aceite térmico en el cono de descarga, el cual cuenta con doble compuerta de almeja en la descarga de la mezcla para mayor seguridad en caso de fallas del compresor, no totalmente cerrado y aislado con fibra de vidrio de 4" de espesor para conservar la temperatura mayor tiempo.</p>	<p>Elevador de rastras para 400 toneladas por hora de capacidad de 36" de ancho por 43" de profundidad y 70' de largo para alimentación de los silos equipado con sistema de limpieza a base de circulación de aceite térmico con motor de 100 HP.</p> <p>Astec garantiza su elevador de rastras para manejar 750 000 toneladas de mezcla asfáltica con carga de ruptura de 140 000 lbs. El transportador de transferencia en los silos con capacidad para el manejo de 400 toneladas por hora con dos motores de 30 HP.</p> <p>Los silos de almacenamiento con capacidad de 200 toneladas cada uno con sistema de calentamiento en el cono y en la compuerta de descarga por medio de aceite térmico a través de bomba de 90 GPM, bachador para prevenir la segregación de la mezcla cerrado y aislado con fibra de vidrio de 3" de espesor para conservar la temperatura.</p>	<p>Transportador de arrastre para 400 toneladas por hora de capacidad de 36" de ancho por 37" de profundidad equipado con sistema de limpieza a base de circulación de aceite térmico con motor de 100 HP. cuenta con paletas de 6" unidas con cadena de rodillo de acero de alta resistencia garantizando el manejo de 1'000 000 de toneladas de mezcla asfáltica con carga de ruptura de 190 000 lbs.</p> <p>El transportador de transferencia conector entre silos montado en la parte superior de los silos con motor de 30 HP.</p> <p>Los silos de almacenamiento con capacidad de 260 toneladas cada uno con sistema de calentamiento en el cono y en la compuerta de descarga con inyección de aceite térmico con motor de 90 GPM. Panel de control con instrumentos para lectura de fácil comprensión tipo lógicos. El relevador almacena y comunica los totales de material almacenado.</p>

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

COLECTOR DE POLVOS CON SISTEMA ANTICONTAMINANTE

GENCOR	ASTEC	C.M.I.
<p>Colector primario de polvos localizado sobre el collar de reciclaje que reduce la cantidad de polvo que entra hacia la casa de bolsas hasta en un 50% este colector esta construido en placa de acero 3/16" de espesor los ductos de retorno se fabrican sobre diseño conforme al lugar de operación.</p> <p>Casa de bolsa estacionaria modelo CF-182 con capacidad de inducción de 89,217 pies cúbicos por minuto de aire, equipado con 1,050 bolsas elípticas de 7' 2" de longitud, área total de filtrado de 18.134 pies cuadrados y ventilador 542 BWS con dos motores de 125 H.P. las medidas de la casa son 11.84 metros de largo 4.78 de ancho.</p> <p>Sistema de remoción de polvos consistente en tornillos sin fin de 16" de diámetro con motor de 20 H.P. , puerto de calibración y válvula de alimentación situada en el collar de reciclaje.</p> <p>La casa de bolsas gencor ultraflo utiliza el sistema más avanzado, ya que no utiliza aire comprimido para la limpieza de las bolsas, por lo que requiere menos mantenimiento.</p>	<p>El colector de polvo tiene 11.600 pies cuadrados de tela para un rango de aire-tela DS-5.75.1 para una capacidad de 66.800 pies cúbicos por minuto.</p> <p>La casa tiene 960 bolsas con diámetro de 4-5/8" por 10 pies de largo para 14 onzas, las paredes del colector de polvo construido en placa de acero de 3/16" , controles de alta y baja temperatura para proteger las bolsas al arranque y durante la operación de la planta.</p> <p>Ventilador de aspas curvas de baja energia, accionado por dos motores de 150 HP. con arrancador de voltaje reducido, compresor de tornillo con capacidad de 226 pies cúbicos por minuto con motor de 50 HP.</p> <p>Ciclón horizontal construido en la parte final de la casa de bolsa para extraer partículas pesadas y proteger a las bolsas, transportador de tornillos para transportar los polvos del colector y retornarlos al doble barril medida de 14 por 24".</p>	<p>El colector de polvos, roto aire (BAG HOUSE) modelo RA 3205 con área de filtrado de 13,222 pies cuadrados y extractor de 250 HP.</p> <p>La casa tiene 860 bolsas, este sistema proporciona un control de emisiones muy eficiente y cumple los requerimientos de emisiones ambientales para plantas de asfalto.</p> <p>El sistema único de limpieza de flujo invertido de aire en el roto aire elimina los problemas de mantenimiento.</p> <p>El gas contaminado con polvo entra al distribuidor central y baja a todo la carga de la casa, para asegurar una distribución igual y uniforme a todas las bolsas, sistema de retorno de finos que consiste en dos gusanos de 15 HP los cuales regresan el polvo al triple tambor mezclador que incluye compuerta de sobre flujo con actuador de aire.</p>

TESIS CON  
 FALTA DE ORIGEN

## SISTEMA DE INYECCIÓN, CALENTAMIENTO Y TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE CEMENTO ASFALTICO

GENCOR	ASTEC	C.M.I.
<p>Utiliza como estándar en todas sus plantas un medidor de flujo de masa. que compensa la variación de la viscosidad automáticamente y mantiene la precisión de inyección de la cantidad de asfalto en la mezcla asfáltica aun utilizando asfaltos modificados y polímeros, los tanques de almacenamiento están aislados térmicamente con una capa de 4" de espesor de fibra de vidrio manteniendo una temperatura en los tanques por un tiempo mayor, equipado con bomba de descarga de 15 HP. y tubería de descarga de 3" de diámetro, calentador de aceite térmico con sistema de calentamiento de espiral helicoidal, montado en los tanques de almacenamiento, capacidad de 2 millones de BTU equipado con tanques de expansión de 100 galones.</p>	<p>Por su parte Astec utiliza en todas sus plantas medidor de flujo de masa de compensación automática de cantidad de asfalto en la mezcla con viscosidad estable, pero cuando se utilizan asfaltos modificados o polímeros con viscosidad variable la compensación de la cantidad de asfalto necesario se realiza en forma manual.</p> <p>Los tanques de almacenamiento están aislados con una capa térmica de 3" de espesor de fibra de vidrio, con bomba de descarga y motor de 15 HP y tubería de descarga de 3" de diámetro.</p> <p>Calentador de aceite térmico con sistema de calentamiento con aceite térmico a base de serpentines dentro del tanque de almacenamiento y en la tubería de descarga del asfalto, con capacidad de 1'800,000 BTU.</p>	<p>Proporcionalmente el cemento asfáltico automático, se realiza mediante bomba de 3" de diámetro, de velocidad controlada, con un variador de frecuencia de corriente alterna, rejilla, filtro y medidor de flujo de masa. Válvula de calibración, válvula de muestreo e interruptor positivo de flujo incluidos, el medidor de flujo masivo para la bomba de asfalto proporciona una gran exactitud con menor mantenimiento, eliminando las partes móviles y la necesidad de compensación por temperatura.</p> <p>Los tanques de almacenamiento tienen una capa de 3" de espesor de fibras de vidrio, con bomba de descarga de 15 H.P.</p> <p>Calentador de aceite térmico con sistema de calentamiento de serpentín dentro del tanque de almacenamiento con capacidad de 2 000 000 de BTU.</p>

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

## SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE AGREGADOS

GENCOR	ASTEC	C.M.I.
<p>Cinco tolvas para materiales pétreos, fabricadas con placa de un ¼" de espesor, de 10 x 14' con bandas alimentadoras individuales de 30" por 7' 6" cada una con 30 toneladas de capacidad colmadas, equipadas con motores de 5 H.P. las tolvas están listas para ser colocadas en bases de concreto. La banda colectora de alimentación de agregados vírgenes de 36" de ancho, cuenta con una extensión que le permite descargar los agregados hasta una altura de 5.5 mts., y es movida por un motor de 15 H.P.</p> <p>El transportador de alimentación al tambor es de acero estructural y mide 36" de ancho por 75' de largo, equipado con sistema de pesaje y es movido por un motor de 25 H.P. Con criba de paso simple accionado por motor de 15 H.P.</p> <p>Derivador de material accionado por motor eléctrico de 5 H.P.</p>	<p>Cinco tolvas para agregados fabricadas con placa de ¼" de espesor de 9' x 12' con capacidad colmada de 26.5 toneladas cada una.</p> <p>Una de las tolvas esta equipada con sistema vibrador para evitar la adherencia de materiales, y bandas alimentadoras de 24" de ancho por 7' 6" de largo, accionado con motores eléctricos de 3 PP. de velocidad variable transportador colector de 30" de ancho accionado por motor eléctrico de 10 A.A.P.</p> <p>Muro de contención de placa de acero en zona de carga de tolvas.</p> <p>Transportador inclinado medida 60' x 30" equipada con criba medida 4' x 12' de simple paso, accionado en transportador por motor eléctrico de 15 H.P. La criba accionada por motor eléctrico de 10 H.P.</p> <p>Derivador material para muestreo localizado entre el transportador inclinado y la entrada al tambor accionado por motor eléctrico por 1 ½ H.P.</p>	<p>Cinco tolvas para agregados fabricadas con placa de ¼" de espesor con capacidad colmada de 20.0 toneladas cada una.</p> <p>Una de las tolvas esta equipada con sistema vibrador para evitar la adherencia de materiales, y bandas alimentadoras de 24" de ancho, accionado con motores eléctricos de 3 H.P. de velocidad variable transportador colector de 30" de ancho accionado por motor eléctrico de 10 H:P.</p> <p>Transportador inclinado medida 30" de ancho, equipada con sistema de pesaje el transportador accionado por motor eléctrico de 15 H.P.</p> <p>Derivador material para muestreo localizado entre el transportador inclinado y la entrada al tambor accionado por motor eléctrico por 1 ½ H.P.</p>

**TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN**

## CASETA DE CONTROL DE PLANTAS DE ASFALTO

GENCOR	ASTECC	C.M.I.
<p>Caseta dividida en dos áreas, la primera para sistemas y controles, la otra para arrancadores de los motores de 12' de ancho por 30' de longitud con ventanas en los cuatro lados para tener excelente visibilidad, con aire acondicionado y todos los sistemas de control.</p> <p>El área del operador equipada con control del proceso, control de quemador, indicadores de la combustión, control de descarga de los silos, indicadores de la cantidad de mezcla almacenada, controles para los agregados, reciclado, control automático de inyección de asfalto, teléfono y aire acondicionado.</p>	<p>Caseta de control modelo RPCH-1 dividido en dos áreas, una para sistemas y controles y otra para arrancadores de motores de 8' por 20' con ventanas en los cuatro lados o según sea la ubicación de la caseta.</p> <p>El área del operador cuenta con todos los sistemas de control para el proceso de producción.</p>	<p>Diseñadas específicamente para producción en plantas de asfalto, cuenta con un área para sistemas de control y otra para los arrancadores de los motores con excelente visibilidad con ventanas en los cuatro lados, interior cubierto con panel, aire acondicionado y los sistemas de control.</p> <p>El área del operador esta equipada con consolas de control y estaciones de arranque y paro, incluidos todos los medidores necesarios para su operación y control del abanico de aire y todos los componentes eléctricos seleccionados, están aprobados por UL. Y CPA.</p>

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

### CONSIDERACIONES RELEVANTES

GENCOR	ASTECC	C.M.I.
<p>Utiliza en la fabricación de sus tambores acero INX50 de calibre 3/4" de espesor de 50,000 lbs. de resistencia a la fatiga y 65 000 lbs. de resistencia a la tracción. Utiliza vigas de mayor peso con el objeto de brindar una estructura robusta y libre de cualquier problema de flexión para soportar 5000 lbs. por pie cuadrado. Gencor ofrece con esto equipos para trabajo pesado con el 10% de mayor peso que cualquier otro fabricante.</p> <p>Las plantas Gencor han ganado premios otorgados por la NAPA (Asociación Nacional de Productores de Asfalto) por fabricar las plantas de asfalto menos contaminantes en Estados Unidos.</p>	<p>Fabrica sus tambores de doble barril con acero A-36 de 5/16" de espesor con 36 000 lbs. de resistencia a la fatiga y 56 000 lbs. a la tracción.</p>	<p>Utiliza acero de alta resistencia y temperatura de la más alta especificación con placa de acero A-572 de 1/2" de espesor con 45 000 lbs. de resistencia a la fatiga y 60 000 lbs. de resistencia a la tracción.</p> <p>La estructura soporta 3 000 lbs. por pie cuadrado.</p>

**TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN**



Home > Products > Equipment

**EQUIPMENT**

- Arrastradores de Troncos
- **Cargadores de Ruedas**
- Cosechadoras trilladoras
- Excavadoras hidráulicas
- Minicargadores
- Máquinas forestales
- Recuperadores de caminos
- Tractores de Ruedas
- Camiones articulados
- Cargadores de cadenas
- Equipo de pavimentación
- Manipuladores de Material
- Motoniveladoras
- Palas frontales
- Retroexcavadoras Cargadoras
- Tractores de Tiro
- Camiones de Obras
- Compactadores
- Estabilizadores de Suelos
- Manipuladores telescópicos
- Mototrallas
- Perfiladoras de Pavimento
- Tiendutubos
- Tractores de cadenas

Find a Dealer on the web or the dealer to you.

**CARGADORES DE RUEDAS**

> 992G 992G

---

ESPECIFICACIONES CARGADOR DE RUEDAS

-- Selecto--

60

Detailed Specifications

Motor	Cat 3508B EUI
Modelo de motor	656 kW (880 hp)
Potencia bruta	597 kW (800 hp)
Potencia al volante	
Cucharones	
Capacidad máx. del cucharón	12.3 m <sup>3</sup> (16 yd <sup>3</sup> )
Especificaciones de operación	
Peso en orden de trabajo	93779 kg (206783 lb)
Velocidad de desplazamiento	20.2 km/h (14.5 mph)
Carga límite de equilibrio estático, a pleno giro	51146 kg (112777 lb)
Espacio libre de descarga	4636 mm (19 pies)
Fuerza de desprendimiento	62665 kN (237825 lb)
Tiempo de ciclo hidráulico	
Levantar	9.12 Segundos
Bajar Libre Bajado (vacío)	3.47 Segundos
Capacidades de llenado	
Tanque de combustible	1562 L (413 gal)

- Incident Repo
- Get A Quote
- Hydraulic Exc: Screen Saver

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**



Modelo de motor	Cat 3126
Potencia en el volante	119 kW (160 hp)
Potencia máx. en el volante	128 kW (172 hp)
Pesos	
Peso en orden de trabajo	13030 kg (28731 lb)

© 2007 Caterpillar

[HOME](#) | [CAT RENTAL](#) | [CAT FINANCIAL](#) | [CAT MERCHANDISE](#) | [SITEMAP](#) | [INDUSTRY SOLUTIONS](#) | [PRODUCTS](#) | [SERVICES](#) | [ABOUT CAT](#)

© Caterpillar All Rights Reserved. [Legal Notice](#) [Privacy Policy](#) [Copyright Agent](#)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



HOME | CAT RENTAL | CAT FINANCIAL | CAT MERCHANDISE | SITEMAP

Home > Products > Equipment

INDUSTRY SOLUTIONS

PRODUCTS

SERVICES

ABOUT CAT

**EQUIPMENT**

- ▶ Arrastradores de Troncos
- ▶ **Cargadores de Ruedas**
- ▶ Equipo de pavimentación
- ▶ Manipuladores de Material
- ▶ Motoniveladoras
- ▶ Palas frontales
- ▶ Retroexcavadoras Cargadoras
- ▶ Tractores de Tiro

- ▶ Camiones articulados
- ▶ Cargadores de cadenas
- ▶ Estabilizadores de Suelos
- ▶ Manipuladores telescópicos
- ▶ Mototraillas
- ▶ Perfiladoras de Pavimento
- ▶ Tiendetubos
- ▶ Tractores de cadenas

- ▶ Camiones de Obras
- ▶ Compactadores
- ▶ Excavadoras hidráulicas
- ▶ Minicargadores
- ▶ Máquinas forestales
- ▶ Recuperadores de caminos
- ▶ Tractores de Ruedas

Find a Dealer on the web or find a dealer to you.

**CARGADORES DE RUEDAS**

> 938G

OTROS MODELOS 938G

GO

ESPECIFICACIONES

SELECCIONAR ESPECIFICACIONES Y VENTAJAS

-- Selecto--

**Detailed Specifications**

<b>Motor</b>	
Modelo de motor	Cat 3126
Potencia en el volante	119 kW (160 hp)
Potencia máx. en el volante	128 kW (172 hp)
Pesos	
Peso en orden de trabajo	13030 kg (28731 lb)
Cucharones	
Capacidad máx. del cucharón	2.8 m <sup>3</sup> (3.65 yd <sup>3</sup> )
Especificaciones de operación	
Altura de descarga	2786 m (9.1 pies)
Carga límite de equilibrio estático a giro pleno	9241 kg (20373 lb)
Fuerza de desprendimiento	109.4 kN (25096 lb)

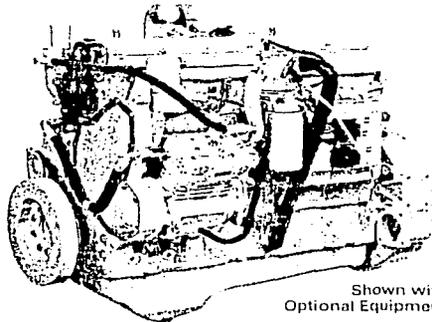
◀ BACK TO TOP

- Incident Repo
- Get A Quote
- Hydraulic Exc. Screen Saver

HOME | CAT RENTAL | CAT FINANCIAL | CAT MERCHANDISE | SITEMAP | INDUSTRY SOLUTIONS | PRODUCTS | SERVICES | ABOUT CAT

© Caterpillar All Rights Reserved. Legal Notice Privacy Policy Copyright Agent

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**



Shown with  
Optional Equipment



**FEATURES**

■ **FUEL ECONOMY**

Consistent performance, variable-timed fuel injection, broad rpm turbocharger match, excellent fuel economy over entire operating range.

■ **RELIABILITY AND DIESEL DURABILITY**

Diesel tough components, precise balance, and conservative speed for smooth operation and long engine life.

**Industrial Engine**

**3126**

215-255 bhp/160-190 bkW  
2200 rpm

1996 EPA and Carb Non-Road  
Emissions Certified

**CATERPILLAR® ENGINE SPECIFICATIONS**

In-line 6 cylinder, 4-Stroke-Cycle Diesel

Bore — in (mm).....	4.33 (110)
Stroke — in (mm).....	5.0 (127)
Displacement — cu in (L).....	442 (7.2)
Combustion System.....	Direct Injection
Rotation (from flywheel end)...	Counterclockwise
Capacity for Liquids — U.S. gal (L)	
Cooling System (engine only).....	3.51 (13.3)
Lube Oil System (refill).....	8.01 (31)
Engine Weight, Net Dry (approx)	
lb (kg).....	1210 (549)
Altitude Capacity — ft (m).....	5000 (1524)

■ **FLEXIBLE APPLICATION RANGE**

High torque rise, big displacement, convenient installation, more performance for your money.

■ **WORLDWIDE PRODUCT SUPPORT AND PARTS AVAILABILITY**

**STANDARD EQUIPMENT**

- Cooling System
  - jacket water pump
- Fuel
  - filter, transfer pump, priming pump
- Governor
  - hydra-mechanical
- Lubricating
  - oil pump, oil cooler, oil filter, oil filler, oil
- Torsional vibration
  - dampener

**OPTIONAL EQUIPMENT**

- Air Intake
  - single stage, dry air cleaner
- Alternators
- Base, supports
- Cooling
  - radiator, fan drive, belt tightener, vee belt
- Exhaust
  - alternate exhaust outlets, fittings, muffler
- Flywheel housings and flywheels
- Instruments and gauges
  - instrument panel, lube oil pressure gauge, volt meter, service meter, tachometer
- Lubricating
  - alternative locations for dipstick, oil filler, oil filter, oil pan sump
- Power takeoffs
  - auxiliary drive pulleys, rear enclosed clutches, gear driven pump drive
- Protection devices
  - electrical shutoffs, oil pressure and coolant temperature alarm switches
- Starting
  - electric, starting aids

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**CATERPILLAR****3126 INDUSTRIAL ENGINE****PERFORMANCE DATA**

Turbocharged-Aftercooled

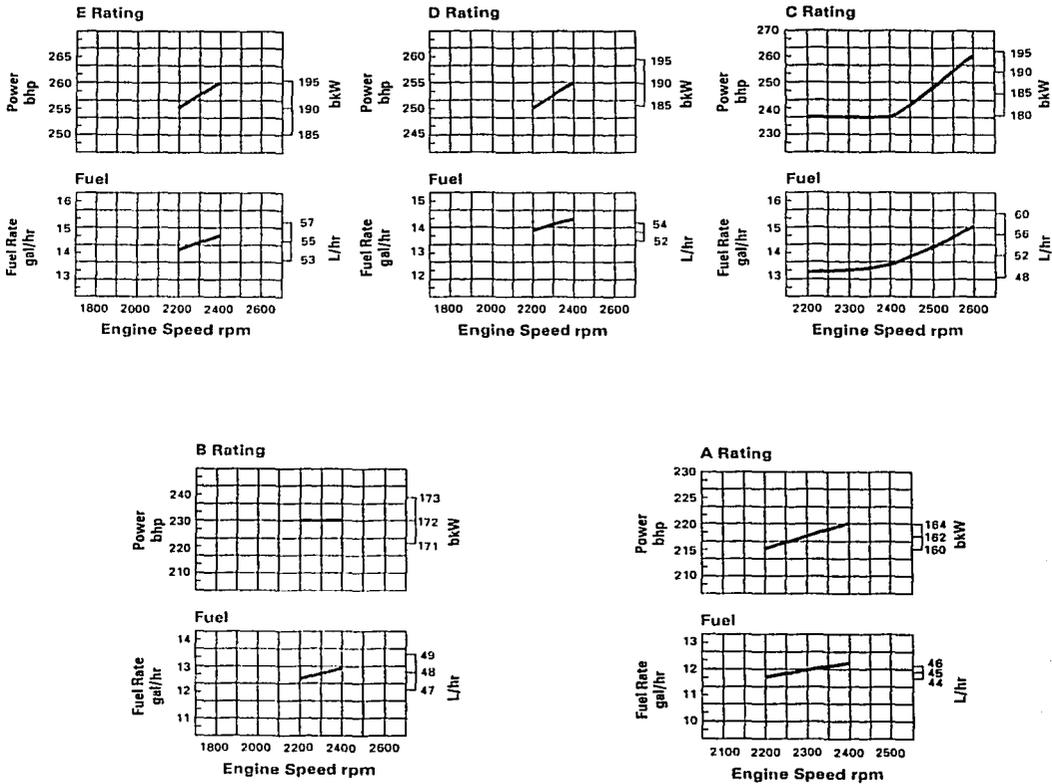
Rating Level	E		D		C				B		A	
Rated rpm	2200		2200		2200				2200		2200	
Engine Power @ rpm	255 bhp (190 bkW)		250 bhp (186 bkW)		240 bhp (179 bkW)				230 bhp (172 bkW)		215 bhp (160 bkW)	
rpm	2200	2400	2200	2400	2200	2400	2500	2600	2200	2400	2200	2400
bhp	255	260	250	255	240	240	250	260	230	230	215	220
lb/bhp-hr	.388	.396	.387	.393	.383	.390	.401	.408	.381	.388	.380	.388
gal/hr	14.1	14.7	13.8	14.3	13.2	13.4	14.3	15.1	12.5	12.8	11.6	12.2
bkW	190	194	186	190	179	179	186	194	172	172	160	164
g/bkW-hr	236	241	235	239	233	237	244	248	232	236	231	236
L/hr	53.5	55.6	52.3	54.2	49.8	50.6	54.3	57.3	47.4	48.3	44.1	46.2

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

3126 INDUSTRIAL ENGINE



PERFORMANCE CURVES



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**3126 INDUSTRIAL ENGINE****CATERPILLAR****INDUSTRIAL RATINGS****IND-E**

IND-E ratings are for service where speed and power are required for a short time for initial starting or sudden overload. For emergency service where standard power is unavailable. The maximum horsepower and speed capability of the engine can be utilized for a maximum of 15 uninterrupted minutes followed by one hour at intermittent or duration of the emergency. Operating limits are:

1. Time at full load not to exceed 5% of the duty cycle or 15 minutes max.
2. Load factor limited to 35%.
3. The maximum horsepower and speed capability of the engine can be utilized for a maximum of 15 minutes followed by one hour at intermittent or duration of the emergency.
4. Typical operating hours per year is 500.

Examples of an IND-E industrial application are:

1. Standby centrifugal water pumps
2. Oil field well servicing
3. Crash trucks
4. Gas turbine starters

**IND-D**

IND-D ratings are for service where rated power is required by period overloads. The maximum horsepower and speed capability of the engine can be utilized for a maximum of 30 uninterrupted minutes followed by one hour at intermittent. Operating limits are:

1. Time at full load not to exceed 10% of the duty cycle or 30 min max.
2. Load factor limited to 50%.
3. Full load operation to a maximum of 30 minutes followed by one hour at intermittent.
4. Typical operating hours per year is 1500.

Examples of an IND-D industrial application are:

1. Offshore cranes
2. Runway snowblowers
3. Water well drills
4. Portable air compressors
5. Fire pump certification power (advertised power)

**IND-C (INTERMITTENT)**

IND-C ratings are for service where power and/or speed are cyclic. The horsepower and speed of the engine which can be utilized for one uninterrupted hour followed by one hour of operation at or below the continuous rating.

Operating limits are:

1. Time at full load not to exceed 50% of the duty cycle or one hour max.
2. Load factor limited to 70%.
3. Full load operation limited to one uninterrupted hour followed by one hour of operation at or below the continuous rating.
4. Typical operating hours per year is 3000 hours.

Examples of an IND-C industrial application are:

1. Agricultural tractors, harvesters, and combines
2. Truck - off highway
3. Fire pump application power (90% of certified power)
4. Blast hole drills
5. Rock crushers and wood chippers with high torque rise
6. Oil field hoisting

**IND-B**

IND-B ratings are for moderate-duty service where power and/or speed are cyclic.

Operating limits are:

1. Time at full load not to exceed 80% of the duty cycle.
2. Load factor limited to 85%.
3. Typical operating hours per year is 4000 hours.

Examples of an IND-B industrial application are:

1. Irrigation where normal pump demand is 85% of engine rating
2. Oil field mechanical pumping/drilling
3. Stationary/plant air compressors

**IND-A (CONTINUOUS)**

IND-A ratings are for heavy-duty service when the engine is operated at rated load and speed up to 100% of the time without interruption or load cycling. Operating limits are:

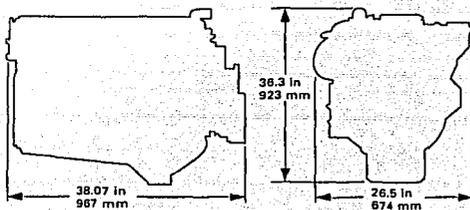
1. No hour or load factor limitation.
2. Continuous operation at full load.
3. Average load factor to approach 100%.
4. Typical operating hours per year is over 4000 hrs.

Examples of an IND-A industrial application are:

1. Pipeline pumping
2. Ventilation
3. Customer specs

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 3126 INDUSTRIAL ENGINE

**CATERPILLAR****DIMENSIONS**

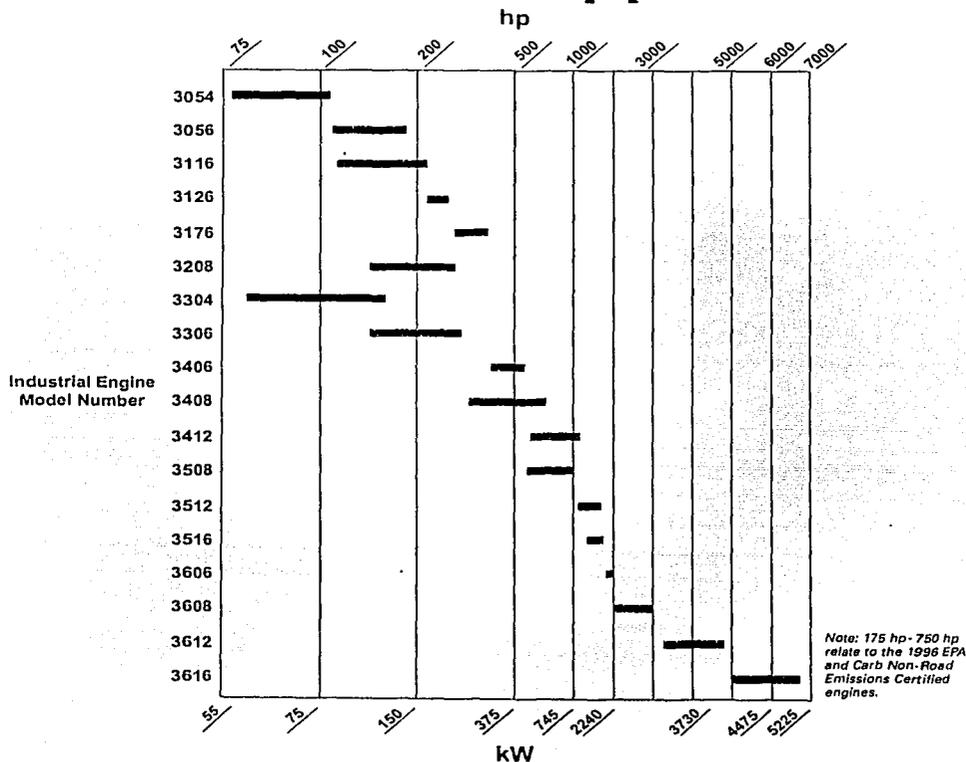
Length dimension does not include flywheel housing and fan drive.  
Note: Dimensions not to be used for engine installation.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN


**CATERPILLAR**

3126 INDUSTRIAL ENGINE

# Match a Reliable Cat<sup>®</sup> Diesel to Your Application.



## RATING DEFINITIONS & CONDITIONS

Ratings are based on SAE J1349 standard conditions. These ratings also apply at ISO3046/1, DIN6271, and BS5514 standard conditions.

Additional ratings are available for specific customer requirements. Consult your Caterpillar dealer.

Fuel rates are based on ISO3046 and on fuel oil of 35° API (60° F or 16° C) gravity having an LHV of 18 390 Btu/lb (42 780 kJ/kg) when used at 85° F (29° C) and weighing 7.001 lbs/U.S. gal. (838.9 g/liter).

\*Materials and specifications are subject to change without notice.

EHH7282  
Supersedes LEHH6257

The International System of Units (SI) is used in this publication.

© 1997 Caterpillar Inc.

Printed in U.S.A.  
All rights reserved.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## Básculas Electrónicas, S.A. de C.V.

7ª Oriente 56-A Col. Isidro Fabela C.P. 14030 México, D.F. Tel.: 5606-3656 Fax. 5666-7414

Cotización 196

8 de agosto del 2002.

ING. PABLO CRUZ.

Tel: 56-17-87-81/56-18-44-32 ext. 121.

E. mail: pcruza@hotmail.com

Partida	Cantidad	Descripción:
1.0	1	<p>Báscula camionera totalmente electrónica 80 ton. de capacidad, para instalarse sobre la superficie, marca CCA modelo C80-3215.</p> <p><b>Características:</b></p> <p>Capacidad: 80 ton.</p> <p>Graduación Mínima: 10 kg.</p> <p>Dimensiones 21.33 x 3.05 m. (70' X 10')</p> <p>Número de Celdas: 10</p> <p>Número de secciones: 5</p> <p>Capacidad seccional: 40 ton.</p> <p><b>Equipo y Accesorios:</b></p>
1.1	1	WB-3215-80 Puente de carga de acero estructural tipo ASTM-A36 de alta resistencia, para recibir plataforma de concreto. No requiere de estabilizadores de acero, debido a que los montajes utilizados son autoalineables y corrigen los desplazamientos de la báscula por exceso de movimiento, ocasionados por los camiones.
1.2	10	5223-B10-65K-40P1 Celda de carga herméticamente sellada, con capacidad de 65000 lb, marca Revere Transducers, fabricada en USA.
1.3	10	TWA-48 Montaje para celda de carga tipo doble eslabón, que permite el libre movimiento de la plataforma, evitando cargas transversales para protección de la celda.
1.4	1	CS-10 Caja de sumario y eculización en aluminio fundido para 10 celdas de carga, con protección para picos de voltaje, ajuste individual por celda y sección.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- 1.5            1            IQ PLUS 710 Indicador digital de peso programable, fabricado en USA, de estado sólido tipo microprocesador con display de 0-80000 kg y graduaciones mínimas de 10 kg. Incluye mantenedor automático de cero para compensar el peso muerto de agua, tierra, etc.; detector de movimiento en exceso y únicamente le permita imprimir cuando el movimiento quede dentro del rango permisible prefijado. Teclado para "CERO", "NETO" "BRUTO", "TARA" e "IMPRIMIR". Teclado numérico para introducir identificación de camiones hasta 6 dígitos; calcula automáticamente el peso neto, memoria no volátil para almacenar el peso de hasta 500 camiones sin pérdida de información por falla de energía eléctrica; señales de salida de 20 mA, current loop, RS232C full duplex y RS232C simples; para conectarse a impresor y computadora. Alojado en caja sellada tipo Nema 4X de acero inoxidable, para fijarse en mesa o pared.
- 1.6            1            IDS150A Impresor de boletos tipo Dot Matrix, fabricado en USA, para imprimir en original y hasta 3 copias los siguientes datos:
- Peso bruto, tara y neto,
  - Hora y fecha de entrada y salida de vehículos,
  - Número de identificación o placas de vehículos.
- Nota: Cuando en la báscula se usa un sistema de cómputo, éste impresor puede ser conectado al puerto serial y los datos impresos serán los que la computadora envíe.
- 1.7            1            PC-300 Regulador automático de voltaje grado computadora de 300 VA. marca Sola.
- 1.8            1            Accesorios: (tornillería, condulets, conectores, tubo licuatite, cable blindado para interconexión señal celdas de carga con el indicador de peso; cable para tierra, etc.)
- Precio \$ 19,900.00 USD.**
- 2.0            1            DT210 Terminal de datos, fabricado en USA.
- P/U \$ 2,560.00 USD.**

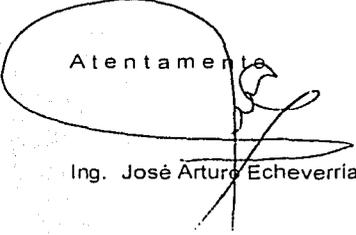
**Condiciones de venta:**

1. Los dólares, podrán ser liquidados en moneda nacional al tipo de cambio vigente el día de los pagos y se repercutirá el I.V.A.
2. LAB: Fábrica - México, D. F
3. Garantía:
  - Dos años contra defectos de fabricación, a partir de la puesta en servicio, en equipo electrónico.
  - Diez años en la estructura del puente de carga y montajes.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

4. El flete, la obra civil, así como maniobras para descarga y armado del puente, serán por cuenta del cliente, con planos que proporcionará CCA Básculas Electrónicas.
5. Por concepto de instalación, calibración y puesta en funcionamiento, se hará un cargo de \$ 2,000.00 M. N. por día en área metropolitana, en el interior, más transportación y viáticos de un ingeniero.
6. Condiciones de pago:
  - 50% de anticipo con su orden de compra,
  - 50% contra entrega del equipo.
7. Tiempo de entrega: 6 a 8 semanas.

Atentamente



Ing. José Arturo Echeverría R.

Anexo: folletos equipo.



**Revere  
Transducers**

*We measure your success*

**FEATURES** ■

- Capacity range of 50,000 to 200,000 pounds
- Nickel plated alloy steel
- Hermetically sealed
- Conduit adapter standard
- Operational temperature range from -65°F to +200°F
- Factory Mutual approved for intrinsic safety
- Exceeds NEMA6 and IP67 standards for washdown resistance
- 3 year warranty
- Certified to OIML R60, Class C, 3,000d
- NTEP Class III, 10,000d
- Weighing assemblies available

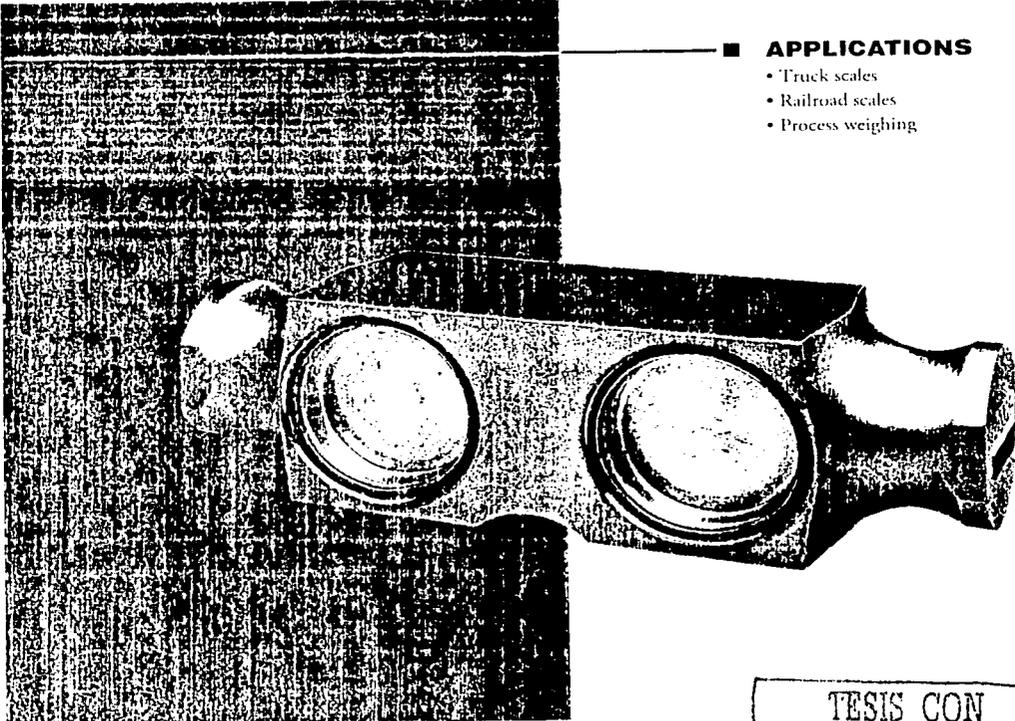
**REVERE**

**TRANS-DUCERS**

**DOUBLE-ENDED  
LINK BEAM**

■ **APPLICATIONS**

- Truck scales
- Railroad scales
- Process weighing



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# MODEL DT210

## DATA TERMINAL



### THE STANDARD BY WHICH THINGS ARE WEIGHED

This versatile, rugged, cost-effective terminal is designed to interface with ticket, tape and label printers or remote displays, solid state relays, or host computers to meet a wide range of scale data collection and control requirements. Input data from vehicle scales, tank scales, industrial scales, counting scales, and balances all interface with the DT210 data terminal.

The compact, solid-state Model DT210 fits important applications in transportation, agriculture, mining, construction, material handling, packaging, and manufacturing.

State-of-the-art technology incorporates an alphanumeric keyboard and dual vacuum fluorescent displays to facilitate data entries and operator prompting. Cutoff weights or batching formulas may be stored in memory and used to control valves, dropping measured amounts of product in jog or fast feed modes. The DT210 may be used in counting and weighing applications.

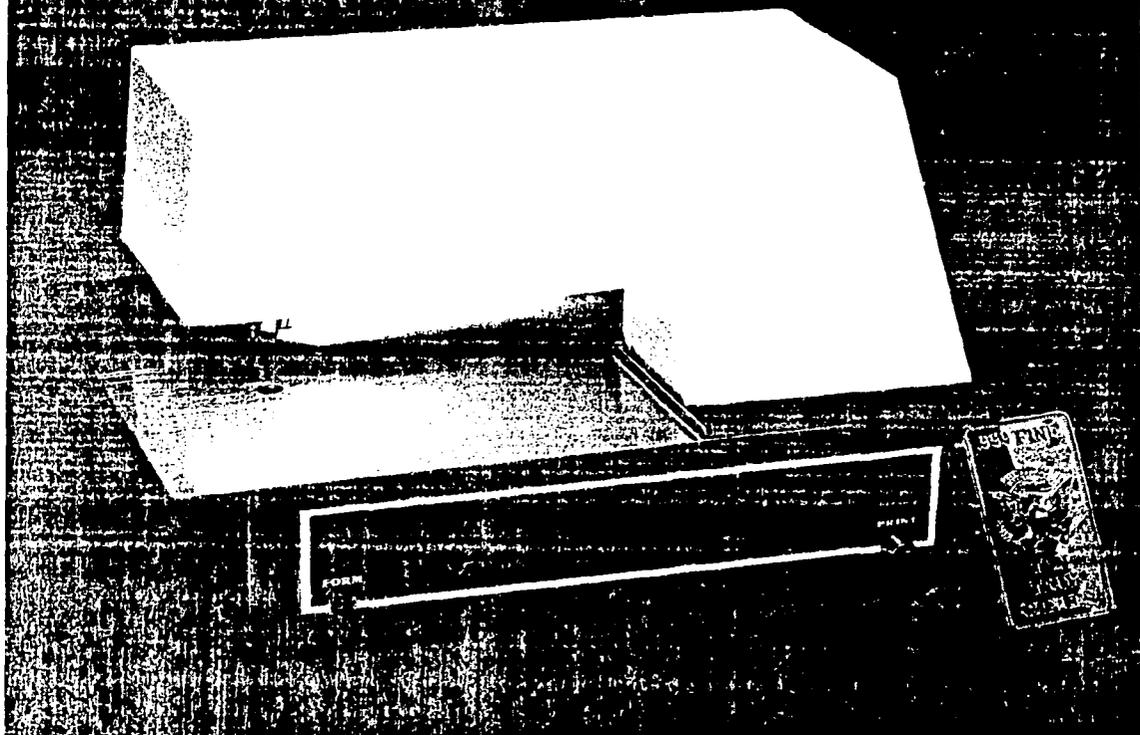
In the trucking industry, the DT210 will store tare weights for each vehicle, and to expedite throughput, customer names and numbers, product names and numbers, rates, shrinkage factors, and taxes may all be stored in memory to insure rapid, error free operation. Password protection provides security against unauthorized access to data or tampering.

The solid, sheet metal enclosure is engineered for rough environments. The dome switch design of the keyboard provides better tactile feedback than membrane switches, and is immune to dust and liquid spills. Software customization is available to fit specific applications or interface requirements.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# MODEL 150A

## SCALE PRINTER



**THE STANDARD BY WHICH THINGS ARE WEIGHED**

The IDS 150 A Scale Printer is intended to fill the basic needs of the weighing industry! It prints what is sent. It is designed specifically to interface with the various digital weight indicators and "smart" terminals used in the industry today. This document printer features a top quality 40 column dot matrix print mechanism

with a head life expectancy of 100 million characters. It prints bi-directionally at a speed of approximately 3 lines per second. Multi-copy ticket printing is made easy with its multi-strike capability. It is available with or without an integral clock for time and date printing.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Hotmail | Buscar | Configuraciones y otras | Compras

msn

Principal | Bandeja de entrada | Redactar | Contactos

pcruza@hotmail.com

Guardar dirección | Bloquear remitente | Esto no es correo no deseado | Anterior | Siguiente | Cerrar

De: Zaragoza Berber Alberto <azaragoza@madisa.com>  
 Para: pcruza@hotmail.com  
 CC: Villagomez Exiga Gerardo Alberto <gvillagomez@madisa.com>, Oropeza Palma Edgar <eoropeza@madisa.com>  
 Asunto: FE DE ERRARTAS FW: Perforadoras Planta de Asfalto  
 Fecha: Fri, 20 Sep 2002 17:08:34 -0500

Responder | Responder a todos | Reenviar | Colocar en carpeta... | Versión compatible con la impresora

Calenda  
 Servicio  
 Buscar  
 Reservas  
 Avivos  
 Director

Los Con:  
 destacar

FE DE ERRATAS,

Ing. Cruz,

Este mensaje es para aclararle que hay un error en el precio de dos unidades en el mensaje que le envío Edagar Oropeza el día de ayer, estos están cambiados de lugar.

El menmsaje de abajo ya tiene la corrección incluida marcada de color ROJO.

Sera posible establecer una cita con usted y el Ing. Bernardo Hurtado para el proximo Viernes 27.

Estoy asus ordenes para cualquier comentario.

Saludos  
 Alberto Zaragoza B.  
 Equipo de Producción  
 Sucursal Aeropuerto  
 Tel. 51 33 36 06  
 Fax. 51 33 36 43  
 Mail. azaragoza@madisa.com

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

> -----Original Message-----  
 > From: Zaragoza Berber Alberto  
 > Sent: Wednesday, September 18, 2002 11:08 AM  
 > To: 'pcruza@hotmail.com'  
 > Cc: Villagomez Exiga Gerardo Alberto; Vicencio Toledo David; Oropeza  
 > Palma Edgar  
 > Subject: Perforadoras Planta de Asfalto  
 >  
 > Estimado Ing. ~~WILLAGOMEZ~~ Cruz,  
 >  
 > Anexo precios y descripciones de las perforadoras marca Ingersoll Rand.  
 >  
 > Estos son los equipos que seleccionamos de acuerdo con los datos de  
 > producción que desean obtener, la unidad más recomendable seria la  
 > perforadora ECM660 ya que con turno de 12 horas 6 día por semana cubrirían  
 > la producción.  
 >  
 > En el caso de las otras unidades también cumplen pero se tendrían que  
 > ampliar el turno de trabajo.  
 >  
 > El tiempo de entrega aproximado de estas unidades es de 8 a 10 semanas.

http://sca2fd.sca2.hotmail.msn.com/cgi-bin/gctmsg?curmbox=F00000005&a=e08072160c5f 22/09/02

211

>  
 > Los precios son L.A.B. nuestros almacenes en México D.F. y son los  
 > siguientes:

- > ECMS80 - \$ 389,904.00 dls americanos + IVA
- > ECM590 - \$ 324,450.00 dls americanos + IVA
- > ECM660 - \$ 447,020.00 dls americanos + IVA

> Quedaos a sus órdenes para cualquier comentario o aclaración.

> Saludos  
 > Ing. Alberto Zaragoza B.  
 > Gerente de Equipo de Producción  
 > Sucursal Aeropuerto  
 > Tel. 51 33 36 09  
 > Fax. 51 33 36 43  
 > Mail. azaragoza@madisa.com

Responder | Responder a todos | Reenviar | Colocar en carpeta...

Anterior | Siguiente | Cerrar



© 2002 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.  
 CONDICIONES DE USO. Declaración de privacidad con aprobación de TRUSTE

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

**Anexo 3**  
**Fragmentos de estudio de**  
**impacto ambiental de la**  
**PADF**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Estas actividades serán: desmonte y despalme; barrenación y voladura; transporte interno de la roca y acarreo hacia la planta de asfalto del material triturado.

El producto que se utilizará en dichas actividades será diesel desulfurado, cuya combustión generará gases como hidrocarburos (37.3%), partículas (22.5%), bióxido de nitrógeno (21.2%), bióxido de azufre (3%), ácidos (3%) y aldehídos (2%). Así pues, el aire puede considerarse como contaminado a partir del momento en que existan agentes contaminantes y se tiene, por tanto un impacto adverso indirecto.

El impacto será permanente durante la vida útil de la planta (20 años), sin embargo, debe considerarse que las emisiones de contaminantes no serán constantes, puesto que dependerán de las horas de mayor tráfico de camiones en la planta y movimiento de maquinaria; de las interrupciones por disminución de la demanda de material pétreo y de los descansos de fin de semana. En consecuencia, la magnitud del impacto variará con el tiempo.

El impacto será extensivo y reversible puesto que los contaminantes gaseosos tendrán la facilidad de difusión mediante los movimientos y turbulencias atmosféricas, y las condiciones retornarán a su estado original en cuanto cese la acción.

El impacto se evalúa como no significativo debido a la mitigación natural que propician los siguientes factores:

Topografía del lugar. El sitio de la Planta se encuentra en un sitio topográficamente elevado.

Localización. El sitio se encuentra al Sur del Valle de México, que es hacia donde se tiene la dirección del viento reinante.

Presencia de espacios verdes. El predio se encuentra en una zona verde, rodeada de bosque y pastizales.

Finalmente, debe considerarse que en la actualidad en esta zona la atmósfera tiene otras fuentes de emisión de línea, como son las autopista México-Cuernavaca y la carretera federal México-Cuernavaca.

#### b. Nivel de ruido

En general, el ruido que se producirá como consecuencia del proyecto tendrá dos fuentes bien definidas: a) ruido debido a las actividades en la Planta, tales como desmonte y despalme, barrenación, transporte interno y trituración, y b) ruido debido al transporte fuera de la Planta.

Por lo que se refiere al ruido debido a las actividades dentro de la Planta, será provocado por el funcionamiento de las máquinas. Algunas son particularmente ruidosas y presentan, incluso, riesgos de lesión auditiva, como son los equipos de barrenación (taladros y martillos neumáticos) y los conjuntos de trituración; estos equipos pueden producir más de 100 decibelios. Por otra parte se tendrá el ruido debido a la circulación propia en la Planta, como por ejemplo los "camiones fuera de carretera" que transportarán la roca a los conjuntos de trituración y los camiones que provienen de fuera para hacer los acarreos. La importancia de la perturbación es muy variable, pudiendo ser de 85 a 95 decibelios.

Debe considerarse que actualmente en la zona se tienen dos vías de comunicación con tránsito importante: la autopista México-Cuernavaca y la carretera federal México-Cuernavaca. Estas vías terrestres de circulación densa alcanzan una producción de ruidos del orden de 100 decibelios.

Desde la etapa de planeación del proyecto de la Planta de Materiales Pétreos Triturados, se consideraron los factores que actúan sobre la propagación del ruido con el fin de reducir el nivel de presión acústica generado. Los factores considerados fueron los siguientes:

1. Alejamiento de las actividades ruidosas con respecto a los lugares particularmente sensibles a las molestias producidas por el ruido, como las zonas habitadas y escuelas.
2. Establecimiento de una cortina vegetal.
3. Topografía.
4. Distribución de las instalaciones ruidosas y no ruidosas en el predio.

Con respecto al primer punto, en la Figura 2.2 puede verse el alejamiento de los conjuntos de trituración con respecto a las casas aledañas del poblado de Parres. También se observa que la puerta para entrada y salida de camiones se localiza a considerable distancia del poblado.

Como parte de la preparación del predio se reforestará una franja de 40 m de ancho con los árboles separados entre sí a 5 m en todo el perímetro del predio para formar una cortina vegetal. Las cortinas de vegetación amortiguan realmente el ruido; según diversos autores, la media en su atenuación es de 10 a 20 dB de ponderación A para espesores de 30 m a altas y medias frecuencias como las que se tendrán en la Planta; esta atenuación disminuye para bajas frecuencias.

En cuanto al factor topografía, en el proyecto se han localizado los conjuntos de trituración en la parte más baja del predio, con el fin de que las lomas que rodean a este sitio sirvan como obstáculos naturales o elementos absorbentes.

Debido a las medidas que se han tomado en el proyecto, se estima que será raro que los habitantes más cercanos a la Planta sufran los ruidos producidos en el área, puesto que el nivel de presión acústica será muy inferior al existente en ciertos lugares localizados del predio. Sin embargo, como medida de control durante la operación, se estudiará el nivel de ruido percibido a nivel habitacional en las áreas próximas a la Planta, y si es debido a las actividades de producción, talleres o transporte de material, se actuará al respecto.

El impacto del proyecto en el nivel de ruido existente se considera adverso, indirecto, permanente durante la vida útil del proyecto, localizado en el predio y reversible. Se implantarán medidas de mitigación de este impacto con probabilidad de ocurrencia alta y magnitud moderada.

#### Geomorfología

Uno de los impactos más evidentes de la explotación de roca en el predio será sobre la Geomorfología, pues en los 20 años de vida útil del proyecto el predio será transformado de un terreno con pendientes y lomeríos a uno de paredes inclinadas o verticales. El impacto se estima adverso, directo, permanente, localizado e irreversible. Se evalúa como moderado en virtud del área que será afectada.

#### Paisaje

Se trata de un factor ambiental cuya perturbación es muy subjetiva. Sin embargo, existen ciertos elementos objetivos que no se deben despreciar. La afectación al paisaje existente es debida a los siguientes factores básicos de perturbación: a) los causados por la infraestructura de la Planta, tales como: materiales utilizados, formas, posible aspecto de abandono y colores, y b) los provocados por la explotación misma de la roca en los frentes de ataque.

La apreciación de la belleza o fealdad de los materiales utilizados para una construcción dependen de cada persona. Sin embargo, en los edificios del área administrativa de la Planta se evitará el uso de ciertos materiales sin revestimiento, pues existe un consenso que condena el uso de estos materiales.

Los edificios contiguos serán de forma y estilos homogéneos y se hará un esfuerzo de integración de las formas de los edificios en la Planta.

En lo que se refiere al aspecto de abandono de las construcciones, se efectuarán actividades programadas de mantenimiento preventivo con el fin de evitar la ausencia de revestimientos o de pintura exteriores. En lo que se refiere a la limpieza de los edificios, se tendrá un cuidado especial ya que participan fuertemente en la impresión de conjunto que se desprende de todo ello.

Adicionalmente, la perturbación de la Planta en el paisaje será mitigada con la existencia de una cortina de árboles de 40 m de ancho en todo el perímetro del predio que será establecida desde la etapa de preparación del mismo. Esta barrera disimulará las condiciones estéticas adversas que se tendrán en la zona de explotación de la roca.

Un elemento que afectará la estética del conjunto es la existencia de tanques elevados que harán nacer una imagen desfavorable en el lugar.

El impacto del proyecto en el paisaje será adverso, indirecto, permanente durante los 20 años de vida útil del mismo, localizado en el sitio, reversible y recuperable pues se implantarán medidas de compensación. Considerando las medidas de atenuación que se han integrado al proyecto desde las etapas de planeación y diseño, se estima que el impacto será mitigable y de magnitud moderada.

#### Suelo

Junto con el agua, el aire y los seres vivos, el suelo es el producto de transformación generado bajo la influencia de los factores ambientales, que evoluciona con el tiempo y que está compuesto de sustancias orgánicas y minerales que le dan la capacidad para servir de soporte a la vegetación y, en consecuencia a la fauna.

Es conveniente aclarar que la remoción de suelo no será inmediata sobre toda el área del predio en donde se aprovechará la piedra, sino que el desmonte se irá haciendo paulatinamente conforme se avance en el frente de aprovechamiento a lo largo de los 20 años de vida útil del proyecto. La capa de suelo fértil se acumulará en un sitio conveniente dentro del predio y se protegerá de la erosión hídrica y eólica con vegetación, para formar un depósito que después pueda usarse en la reforestación del predio, conforme se vayan desocupando las áreas de aprovechamiento de piedra.

El impacto del proyecto en el suelo se considera adverso, indirecto, permanente, localizado y reversible mediante medidas de mitigación. La magnitud del impacto se considera moderada considerando la aplicación de medidas de protección y conservación del suelo.

### Hidrología

El impacto en la hidrología puede ser tanto en la hidrología superficial como subterránea y se deberá principalmente a las actividades de desmonte, despalme, barrenación y voladura, y a la presencia de los edificios y vialidades (infraestructura).

La magnitud del impacto del proyecto sobre las aguas superficiales y subterráneas puede valorarse mediante la ecuación del balance hidrológico:

$$\text{Precipitación} = \text{evaporación} + \text{escurrimiento} + \text{infiltración}$$

Esto es debido a que entre los efectos más evidentes se tendrá la pérdida de superficies filtrantes por las zonas desmontadas y ocupadas por edificios y vialidades, que se traducirá en una disminución del volumen infiltrado al acuífero.

Al profundizarse la excavación eventualmente podrán aflorar escurrimientos de acuíferos libres, de presentarse ese caso el caudal será encauzado hasta estanques, con el fin de poder trabajar en las actividades de barrenación y voladura. Estos estanques podrán servir como atractivos del paisaje y hábitat de plantas y animales posteriormente, cuando se abandone el sitio.

El impacto de la operación del proyecto en la hidrología podría ser adverso, indirecto, permanente, localizado e irreversible. Se implantarán medidas de mitigación con lo cual se estima que la magnitud del impacto será moderada.

### Vegetación

La vegetación en el predio se compone de bosque (58%) y pastizal (42%) aproximadamente.

#### a. Bosque

De acuerdo a un censo de árboles efectuado en el predio, se contó una cantidad total de 1800 árboles. En el área de 269,426.9 m<sup>2</sup> que se reforestará como parte de la preparación del predio y que se conservará durante la operación se tendrán aproximadamente 10,777 árboles de la misma especie de los que se encuentran actualmente en la zona. En consecuencia, el impacto será benéfico debido al aumento en el número de individuos del bosque (densidad); directo, permanente, localizado, e irreversible. La magnitud del impacto se evalúa como muy significativa.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### b. Pastizal

En el predio se siembra actualmente avena con el fin de dedicar el terreno a la crianza de ganado bobino. Una vez que se inicien las etapas de preparación del predio y construcción no se podrá continuar con este uso del suelo. En una importante proporción de los pastizales existentes en el predio se plantarán árboles y las áreas restantes desaparecerán paulatinamente conforme se avance en la explotación de la roca. En consecuencia, el impacto del proyecto sobre el pastizal se considera adverso, indirecto, permanente, localizado e irreversible. La plantación de árboles es una medida de compensación y por lo tanto el impacto se evalúa como moderado.

### Fauna

#### Mamíferos, aves y reptiles

Se ha reportado la existencia en la zona del proyecto de dos especies de conejo: zacatuche y teporingo; reptiles, como: víbora de cascabel y camaleón, y diversas especies de aves. En general, la presencia de fauna será afectada por las actividades del proyecto que producen ruido y vibración, tales como: desmonte, despalme, barrenación y voladura.

Los mamíferos sufren unos efectos análogos a los del hombre según los resultados de estudios realizados sobre ratón, cobaya, chimpancé, etc.

La fauna reaccionará ante el ruido abandonando las zonas con este problema. Para ello, el predio será cercado con malla ciclónica sólo en los límites que colindan con el pueblo de Parres y la carretera federal México-Cuernavaca. Los otros límites estarán cercados con postes y alambre de púas, que dejarán aberturas de suficiente tamaño para que salgan los animales afectados. La malla ciclónica será benéfica pues impedirá que los animales emigren con rumbo hacia la carretera, con lo cual pueden morir atropellados.

Se reitera que el terreno no será afectado en su totalidad en forma inmediata, sino paulatinamente a lo largo de 20 años conforme al avance en la explotación de la roca, por lo que no se espera una emigración masiva de animales.

Se advertirá a los obreros de la implantación de sanciones estrictas y vigilancia específica para quien dañe a la fauna con fines cinegéticos o de otra índole.

El impacto de la operación del proyecto en la fauna se evalúa como adverso, indirecto, temporal, localizado en las zonas de explotación y con edificios, y reversible. Es mitigable evitando la creación de barreras para su desplazamiento por lo que su magnitud será moderada.

## Socioeconomía

### Empleo

Uno de los impactos benéficos más importantes del proyecto es la generación de 200 empleos directos, que en un porcentaje importante serán cubiertos por habitantes del poblado de Parres. Adicionalmente se tienen empleos secundarios, como en el caso del acarreo hacia la planta de asfalto, que requerirá de choferes y peones. La existencia de materia prima para la fabricación de la mezcla asfáltica permitirá el mantenimiento y construcción de pavimentos en la Ciudad de México y zonas aledañas, con lo cual se genera un número indefinido de fuentes de trabajo.

El impacto del proyecto en la generación de empleo será benéfico, directo, permanente durante los 20 años de vida útil de la Planta, extensivo, irreversible y de magnitud significativa.

### Servicios

Agua potable.- Actualmente en el Poblado de Parres viven 250 familias que constituyen una población aproximada de 1,250 personas, que demandan una dotación mínima de 125 l/hab./día. El gasto máximo diario correspondiente es de 2.17 l/s. La Planta requiere un gasto de agua potable promedio de 0.12 l/s, que representa 5.2 % de incremento al gasto actual. Actualmente se tiene un suministro deficiente a la población de Parres, al grado de que se han tenido que colocar depósitos de fibra de vidrio con hidrantes públicos. Se estima que la existencia de la Planta podría impulsar mejoras en el sistema público de abastecimiento de agua potable a la población.

Eliminación de residuos sólidos.- Considerando que los trabajadores de la Planta de Asfalto tendrán una generación de residuos sólidos de aproximadamente 0.5 kg/hab/día, se producirán diariamente 100 kg, los cuales tendrán que ser recolectados y dispuestos por el sistema de limpia de la Delegación Tlalpan. Suponiendo que la recolección de los residuos sólidos se realice utilizando por ejemplo, camiones del tipo carga trasera con capacidad de 6.0 ton/viaje, con frecuencia de recolección diaria, los residuos de la Planta sólo constituirán el 1.66% de la capacidad del camión recolector.

Aguas residuales.- Las aguas residuales generadas en la Planta provendrán de los servicios sanitarios, baños y cocina, por lo que pueden considerarse con una composición química y bacteriológica similar a la de un agua residual doméstica. A partir del consumo de agua potable de 10.5 m<sup>3</sup>/día y considerando un coeficiente de aportación de aguas residuales del 85%, se prevé un volumen de 8.92 m<sup>3</sup>/día. Suponiendo que este volumen se generara en sólo 1 hora del día, produciría un gasto medio de 2.47 l/s. El tubo de alcantarillado de diámetro mínimo a

pendiente mínima puede transportar un gasto de 20 l/s. Como se observa, no se afectará la capacidad de la red de alcantarillado existente en Parres por la implantación del proyecto.

Por lo anterior se concluye que la operación del proyecto no provocará impactos en los servicios y que en el caso de generarse serían benéficos, tendientes a mejorar los servicios.

#### Vías de comunicación

El material pétreo triturado en la planta será transportado hasta la Planta de Asfalto localizada en Av. Imán, México D.F. Esta actividad implicará la circulación de camiones en ambos sentidos de la carretera federal México-Cuernavaca, la cual tiene solamente dos carriles. Una condición que disminuye la magnitud del impacto es que la circulación de camiones cargados será con la pendiente de la carretera a su favor, lo cual permitirá una velocidad adecuada dentro de los límites de seguridad. De ida hacia la Planta los camiones circularán vacíos, por lo que podrán hacer el ascenso con una velocidad adecuada.

El impacto de la operación de la Planta en las vías de comunicación debido al acarreo del material pétreo se considera adverso, indirecto, permanente, extensivo y reversible mediante medidas de mitigación; se evalúa moderado.

#### Transporte suburbano

Aún cuando un porcentaje de los trabajadores serán contratados de la misma localidad de Parres, algunos tendrán que desplazarse desde sus domicilios hasta la Planta. Este desplazamiento de trabajadores incrementará la demanda de transporte hacia la zona, el cual de por sí es deficiente. Por tal motivo se califica como un impacto adverso, indirecto, permanente, extensivo y reversible si como medida de mitigación el Departamento del Distrito Federal refuerza el servicio de Ruta 100. En estas condiciones el impacto se evalúa como moderado.

#### Mantenimiento y construcción de pavimentos en la Ciudad de México

Según datos del "Segundo Informe de Gobierno del Lic. Carlos Salinas de Gortari, 1990, Anexo Estadístico, SPP, en 1989 la superficie pavimentada en el Distrito Federal fue de 1,489 miles de metros cuadrados en 1989 y de 561 miles de metros cuadrados en 1990; la superficie bacheada en 1989 fue de 1,754 miles de metros cuadrados y en 1990 de 1,700 miles de metros

cuadrados. Las actividades de pavimentación y bacheo son indispensables en el desarrollo y mantenimiento de la infraestructura vial de la Ciudad de México y zonas aledañas.

Por las razones expuestas, el impacto benéfico de la operación de la Planta de Materiales Pétreos Triturados en el mantenimiento y construcción de pavimentos en la Ciudad de México se considera directo; permanente, durante los 20 años de vida útil del proyecto; y extensivo, pues no sólo se verá beneficiada la obra pública del D.F. y zonas aledañas sino también los particulares. El impacto se evalúa como muy significativo.

#### Salud y seguridad

La salud y seguridad pueden ser afectadas por las actividades generadoras de niveles de presión acústica elevados y vibración, tales como desmonte, despalme y barrenación, y por accidentes debidos a un manejo inadecuado de explosivos. El grupo de riesgo está formado exclusivamente por los obreros de la Planta.

#### Efectos del ruido

Las personas expuestas a ruido, que en el caso de la planta serán los obreros que laboren en ella, dependiendo de su intensidad y frecuencia, pudieran presentar alguna manifestación con efectos fisiológicos (normales) o con efectos patológicos (accidentales). En el primer caso, el ruido enmascara muchos sonidos, perturba la localización espacial, puede producir dolores a altos niveles, etc. En el segundo caso, se presentan traumatismos auditivos, con caracteres generales, como las pérdidas auditivas, zumbidos, silbidos y mala recuperación. El oído interno aparece casi siempre afectado en este caso. Asimismo, puede perturbar el equilibrio, producir vértigos, síncope y otras manifestaciones patológicas. El ruido actúa de forma que perturba las reacciones del sistema nervioso central y altera la reactividad del sistema neurovegetativo, manifestándose en este último caso perturbaciones de las funciones respiratoria, cardíaca y circulatoria, y en modificaciones de la actividad de las glándulas endócrinas.

Generalmente aparece una sensación general de fatiga. Asimismo son frecuentes los dolores de cabeza (cefáleas), los síncope, anemias, pérdidas de apetito, etc. La conducta humana general se ve alterada, así como la atención y el rendimiento en el trabajo físico o intelectual.

#### Efectos de las vibraciones

En general, el personal que utiliza equipos tales como martillos neumáticos, barrenadoras, empujadores y cualquier otro que sea vibrador, sufre los efectos de este tipo de ondas: polialgias y astralgias en los miembros superiores, dolores generales, calambres, insomnio, etc.

Los trastornos patológicos aparecen principalmente en la columna vertebral, en el aparato digestivo y en el sistema nervioso central.

#### Riesgo de accidentes

El manejo de explosivos es una actividad riesgosa que requiere ciertas precauciones en su transporte, manejo y almacenaje. Las precauciones que se tomarán en la Planta de Materiales Pétreos Triturados se detallan en el Anexo C.

Por todo lo anterior, el impacto de la operación del proyecto en la salud y seguridad será adverso, indirecto, permanente, localizado y reversible en vista de que se implantarán diversas medidas de mitigación que se detallarán en el Capítulo 6. El impacto se evalúa como moderado.

#### Estabilidad de las construcciones vecinas

En el proyecto se ha previsto el evitar a toda costa la afectación de las construcciones vecinas a la Planta como consecuencia de la vibración producida por las detonaciones. Para ello se aplicarán los resultados de los estudios que en este sentido se hicieron en 1988 en los bancos de roca de la Planta de Asfalto. La conclusión de dichos estudios se explica a continuación, y los detalles de la prueba se presentan como Anexo D.

Se realizó una inspección detallada en el Banco de Roca donde se realizan las detonaciones con explosivos, así como a las viviendas de la Colonia Santo Domingo, Delegación Coyoacán, que colinda con la Planta de Asfalto del Departamento del Distrito Federal, con el fin de determinar la ubicación de barrenos, cantidades de explosivo y ubicación de un sismógrafo para determinar la intensidad de la vibración producida por las detonaciones.

El análisis de los resultados obtenidos del sismógrafo para las detonaciones indica que la velocidad de la partícula no rebasa los límites de seguridad para voladuras, ya que el valor más alto de velocidad de partícula fue 0.682 pulgadas por segundo, en la prueba número 5 y el criterio de seguridad para voladuras propuesto por USBM según reporte R18507 (noviembre de 1980), marca que para que puedan iniciarse daños en casas e instalaciones que circundan áreas donde se utilizan explosivos, la velocidad de partículas tendría que rebasar 2.0 pulgadas por segundo, por lo que se concluye que los trabajos que se realizan en la Planta de Asfalto no ponen en peligro a los habitantes cercanos ni causan daño a las casas vecinas.

En las detonaciones que se efectuarán en Parres se utilizarán las cantidades de explosivos que se utilizaron para las pruebas mencionadas. Adicionalmente, para minimizar la

velocidad de partícula de las vibraciones se detonarán dos barrenos por tiempo de retardo como máximo y quince barrenos por voladura.

#### Etapa de abandono del sitio al término de su vida útil

La vida útil de la Planta de Materiales Pétreos Triturados se ha estimado en 20 años, de acuerdo al volumen de roca basáltica susceptible de explotación en el predio. Al término de los trabajos de explotación, el Departamento del Distrito Federal ordenará la clausura de los trabajos procediendo a inspeccionar el predio con el objeto de dictaminar sobre los trabajos necesarios de terracería, mejoramiento ecológico y obras complementarias que aseguren la estabilidad de los cortes y terraplenes para evitar erosión, facilitar el drenaje, mejorar accesos, reforestar el terreno y demás obras que aseguren la utilidad racional del mismo y se proteja así contra posibles daños a terrenos vecinos, personas, bienes o servicios de propiedad pública o privada ubicados en el predio y zonas aledañas. Al fin de estos trabajos el predio podrá formar parte de la reserva ecológica del Distrito Federal.

La reforestación del predio se irá haciendo conforme se vayan desocupando áreas al alcanzarse los niveles más bajos de explotación del banco.

De acuerdo con el contrato de asociación para el aprovechamiento de basalto entre el Departamento del Distrito Federal y la comunidad de San Miguel Topilejo, al término de las actividades de la Planta de Materiales Pétreos Triturados en Parres, las construcciones civiles e instalaciones realizadas en el predio que tengan carácter permanente quedarán en beneficio de la comunidad, sin costo alguno.

## CAPITULO

## 6

**MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS  
AMBIENTALES IDENTIFICADOS**

En el presente capítulo se describen las acciones que el Proyecto de la Planta de Materiales Pétreos Triturados del Departamento del Distrito Federal adoptará para prevenir y mitigar los impactos ambientales identificados. Algunas medidas de mitigación se consideraron desde las etapas de planeación y diseño, con base en los 36 años de experiencia en la explotación de materiales basálticos con que cuenta la Planta de Asfalto del Departamento del Distrito Federal.

Con el propósito de establecer una correspondencia directa entre los resultados obtenidos en la matriz de evaluación y las medidas de prevención y mitigación propuestas, éstas se presentan a partir del orden que tienen los componentes ambientales en dicha matriz.

**6.1 Medio Físico****6.1.1 Atmósfera****Calidad del aire**

En cuanto a la calidad del aire, en las etapas de preparación del predio, construcción y operación de la Planta se realizarán las siguientes actividades para controlar las emisiones de contaminantes a la atmósfera:

. Mientras no se pavimente el camino de acceso, en la etapa de preparación del predio se regará con agua tratada periódicamente para evitar la suspensión de partículas.

. En la etapa de preparación del sitio sólo se desmontarán las áreas en las que se vaya a construir de forma inmediata. En la etapa de operación sólo se desmontará el área que se vaya a explotar en la jornada de trabajo.

. Regulación de la velocidad en las vialidades de la Planta de 20 a 40 km/h.

. Cubrir con toldos de lona las cargas de los camiones de volteo y regar con agua tratada los materiales triturados para transportarlos húmedos.

. No efectuar quema del producto de desmonte; aprovechar el material en las actividades de reforestación del predio y en las actividades de jardinería del Departamento del Distrito Federal.

. Utilizar maquinaria en óptimas condiciones mecánicas en todas las etapas del proyecto. Para llevar a cabo esta medida de control de emisiones a la atmósfera, se contará con un taller bien equipado en la Planta que dará mantenimiento preventivo a la maquinaria, con un programa que incluirá la verificación de las emisiones contaminantes con el fin de reducirlas al mínimo.

. Para el manejo de residuos sólidos, se usarán contenedores con tapa.

#### Nivel de ruido

Desde la etapa de planeación del proyecto de la Planta de Materiales Pétreos Triturados, se consideraron los factores que actúan sobre la propagación del ruido con el fin mitigar el nivel de presión acústica generado. Los factores considerados fueron los siguientes:

1. Alejamiento de las actividades ruidosas con respecto a los lugares particularmente sensibles a las molestias producidas por el ruido, como las zonas habitadas y escuelas. Como puede verse en la Figura 2.2, la ubicación de los conjuntos de trituración se ha planeado en un sitio alejado de las casas aledañas del poblado de Parres. También se observa que la puerta para entrada y salida de camiones se localiza a considerable distancia del poblado.

2. Como parte de la preparación del predio se reforestará una franja de 40 m de ancho con los árboles separados entre sí a 5 m en todo el perímetro del predio para formar una cortina vegetal. Las cortinas de vegetación amortiguan realmente el ruido; según diversos autores, la media en su atenuación es de 10 a 20 dB de ponderación A para espesores de 30 m a altas y medias frecuencias como las que se tendrán en la Planta; esta atenuación disminuye para bajas frecuencias.

3. En cuanto al factor topografía, en el proyecto se han localizado los conjuntos de trituración en la parte más baja del predio, con el fin de que las lomas que rodean a este sitio sirvan como obstáculos naturales o elementos absorbentes.

Como medidas adicionales a las ya consideradas en la planeación y diseño del proyecto, en la operación se tendrán las siguientes:

. Como medida de control, se estudiará el nivel de ruido percibido a nivel habitacional en las áreas próximas a la Planta, y si es debido a las actividades de producción, talleres o transporte de material, se actuará al respecto.

. Se verificará que los vehículos que se empleen para el transporte de material cumplan con los niveles máximos permitidos establecidos en los "Lineamientos del manual de ordenamiento ecológico del territorio, SEDUE 1988 (p.A.232)", que se indican a continuación.

Peso bruto vehicular	Nivel máximo (dBA)
Hasta 3,000 kg	79
Más de 3,000 y hasta 10,000 kg	81
Más de 10,000 kg	84

El peso bruto vehicular es el peso del vehículo más la capacidad de pasaje o carga útil del vehículo, según las especificaciones del fabricante.

#### 6.1.2 Paisaje

. La perturbación de la Planta en el paisaje será mitigada con la existencia de una cortina de árboles de 40 m de ancho en todo el perímetro del predio que será establecida desde la etapa de preparación del mismo. Esta barrera disimulará las condiciones estéticas adversas que se tendrán en la zona de explotación de la roca.

. En los edificios del área administrativa de la Planta se evitará el uso de ciertos materiales sin revestimiento, pues existe un consenso que condena el uso de estos materiales.

. Los edificios contiguos serán de forma y estilos homogéneos y se hará un esfuerzo de integración de las formas de los edificios en la Planta.

. Se efectuarán actividades programadas de mantenimiento preventivo con el fin de evitar la ausencia de revestimientos o de pintura exteriores. En lo que se refiere a la limpieza de los edificios, se tendrá un cuidado especial ya que participarán fuertemente en la impresión de conjunto de la Planta.

### 6.1.3 Suelo

. La remoción de suelo no será inmediata sobre toda el área del predio en donde se aprovechará la piedra, sino que el desmonte se irá haciendo paulatinamente conforme se avance en el frente de aprovechamiento a lo largo de los 20 años de vida útil del proyecto.

. La capa de suelo fértil se acumulará en un sitio conveniente dentro del predio y se protegerá de la erosión hídrica y eólica con vegetación, para formar un depósito que después pueda usarse en la reforestación del predio, conforme se vayan desocupando las áreas de aprovechamiento de piedra.

### 6.1.4 Hidrología

. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, las actividades de nivelación que incluyen cortes y terraplenes modificarán el escurrimiento superficial, por lo que en los caminos que se construyan en la Planta se instalarán estructuras tales como: alcantarillas, cunetas y contracunetas con el fin de permitir el flujo del agua.

. Al profundizarse la excavación aflorarán escurrimientos de acuíferos libres que serán encauzados hasta estanques con el fin de poder trabajar en las actividades de barrenación y voladura. Estos estanques podrán servir como atractivos del paisaje y hábitat de plantas y animales posteriormente, cuando se abandone el sitio.

## 6.2 Medio Biológico

### 6.2.1 Vegetación

. En el área de 269,426.9 m<sup>2</sup> que se reforestará como parte de la preparación del predio y que se conservará durante la operación se plantarán aproximadamente 10,777 árboles de la misma especie de los que se encuentran actualmente.

### 6.2.2 Fauna

. La fauna reaccionará ante el ruido abandonando las zonas con este problema. Para ello, el predio será cercado con malla ciclónica sólo en los límites que colindan con el pueblo de Pares y la carretera federal México-Cuernavaca. Los otros límites estarán cercados con postes y alambre de púas, que dejarán aberturas de suficiente tamaño para que salgan los animales afectados. La malla ciclónica será benéfica pues impedirá que los animales emigren con rumbo hacia la carretera, con lo cual pueden morir atropellados.

. La creación de la barrera de árboles constituirá un lugar de refugio para las especies desplazadas que sean menos sensibles al ruido y vibraciones.

. Se advertirá a los obreros de la implantación de sanciones estrictas y vigilancia específica para quien dañe a la fauna con fines cinegéticos o de otra índole y en su caso, se actuará con apego a la Ley.

### 6.3 Socioeconomía

#### 6.3.1 Servicios

##### Agua

. Durante la preparación del sitio y construcción, y en las actividades de producción del material pétreo triturado se utilizará agua tratada.

. En todas las instalaciones hidráulicas de la Planta se tendrán dispositivos ahorradores para disminuir el consumo de agua potable.

##### Agua residual

. Durante la etapa de preparación del predio y construcción se instalarán letrinas sanitarias portátiles para evitar la disposición inadecuada de aguas residuales.

##### Residuos sólidos

. Los residuos producidos por las actividades de desmonte y despalle se ocuparán como suelo fértil para las actividades de reforestación.

. Los escombros de la construcción serán recolectados por la constructora y conducidos hasta los sitios de tiro autorizados por la Delegación.

. Durante la operación los residuos sólidos serán recolectados con la debida frecuencia y se implantará un programa de separación de residuos sólidos generados en las oficinas, cocina y comedor, con el fin de reducir el volumen a manejar y comercializar adecuadamente los materiales reciclables.

#### 6.3.2 Transporte suburbano

. De ser necesario se harán las gestiones ante Autotransporte Urbano de Pasajeros Ruta 100 para que incremente las corridas que ofrece la ruta 134 B Parres-km 28 Carretera Federal a Cuernavaca.

### 6.3.3 Salud y seguridad

- . Se contará con comedor y duchas para trabajadores.
- . Los empleados serán dotados con equipo de protección individual, tal como: cascos, botas, fajas, tapones de cera o goma y orejeras.
- . Los empleados que utilicen equipo ruidoso o vibrador serán rotados en sus puestos para evitar exposiciones prolongadas.
- . El manejo de explosivos es una actividad riesgosa que requiere ciertas precauciones en su transporte, manejo y almacenaje. Las precauciones que se tomarán en la Planta de Materiales Pétreos Triturados se detallan en el Anexo C.

### 6.3.4 Estabilidad de las construcciones vecinas

En el proyecto se ha previsto el evitar a toda costa la afectación de las construcciones vecinas a la Planta como consecuencia de la vibración producida por las detonaciones. Para ello se aplicarán los resultados de los estudios que en este sentido se hicieron en 1988 en los bancos de roca de la Planta de Asfalto. La conclusión de dichos estudios se explica a continuación, y los detalles de la prueba se presentan como Anexo D.

En las detonaciones que se efectuarán en Parres se utilizarán las cantidades de explosivos que se utilizaron para las pruebas mencionadas. Adicionalmente, para minimizar la velocidad de partícula de las vibraciones se detonarán dos barrenos por tiempo de retardo como máximo y quince barrenos por voladura.

### CONCLUSIONES

Al igual que cualquier proyecto de desarrollo, el Proyecto de la Planta de Materiales Pétreos Triturados representa una modificación del estado original del medio natural. Sin embargo, se contempla contar con elementos e instalaciones que, al apegarse a las normas y criterios existentes y a las medidas de mitigación propuestas en el presente Capítulo, podrán reducir el efecto de los impactos adversos generados durante su construcción y operación.

De los diversos sitios estudiados, se eligió el predio de Parres por cumplir con las seis condiciones siguientes, establecidas como criterios de selección: a) predio con depósitos de basalto susceptibles de explotación comercial, con propiedad legalmente definida cuyo propietario estuvo dispuesto a venderlo al Departamento del Distrito Federal; b) predio suficientemente grande que justifica económicamente la inversión requerida en el establecimiento de la Planta de Materiales Pétreos Triturados; c) afectaciones mínimas al ambiente; d) características naturales adecuadas de los materiales pétreos en el banco; e) cercanía del banco de materiales pétreos a la Planta de Asfalto ya establecida y f) existencia de vías de comunicación.

El predio del proyecto no es totalmente virgen; una porción de la cubierta vegetal de aproximadamente el 42 % del terreno ha sido dedicada a la siembra de avena para la crianza de ganado bobino; además, los fustes de los árboles presentan cicatrices que indican una extracción intensa de resina.

El predio colinda con la carretera México-Cuernavaca y la autopista se encuentra a poca distancia del mismo. Una línea de transmisión de energía eléctrica colinda con el límite posterior.