PROCESO GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO

FORMATO INFORME MENSUAL EJECUCIÓN CONTRACTUAL

Bogotá 30 de noviembre de 2022

Señor (a)
LUIS ORLANDO CORTES VEGA
SUPERVISOR(A) CONTRATO No. CO1.PCCNTR.3363923/2022
Cargo del supervisor Coordinador áreas de Construcción y/o Topografía
Dependencia Formación centro de tecnologías para la construcción y la madera
Ciudad Bogotá

Asunto: Informe mensual de ejecución contractual
Mes 11 del año 2022

Referencia: No CO1.PCCNTR.3363923/2022

Lesli Tatyana Luna Arévalo, identificada con la cédula de ciudadanía No. 1.023.868.357 de Bogotá, en mi calidad de Contratista del SENA, en Formación en el centro de tecnologías para la construcción y la madera, áreas de Construcción y/o Topografía en cumplimiento del Contrato de Prestación de Servicios de la referencia, a continuación, presento el Informe de actividades realizadas en el mes objeto de cobro.

Valor y forma de Pago: PRÓRROGA - Las partes convienen prorrogar el plazo de ejecución del contrato de prestación de servicios de la referencia hasta el 17 de diciembre de 2022, en consecuencia, se modifica el plazo del contrato establecido en el contrato electrónico, el cual quedará así: Plazo: Hasta el 17 de diciembre de 2022. CLÁUSULA SEGUNDA: ADICIÓN- Las partes convienen adicionar el valor del contrato de prestación de servicios de la referencia en la suma de $6.110.000 en consecuencia, se modificará el valor y la forma de pago la cual quedará así Valor y Forma de Pago: El valor total del presente contrato es de $41.210.000 Esta suma será pagada por el SENA al contratista de la siguiente manera: a) Diez (10) pagos iguales por los meses de febrero a noviembre por un valor de TRES MILLONES NOVECIENTOS MIL PESOS c/u ($3.900.000) b) y un último pago por el mes de diciembre por un valor de DOS MILLONES DOSCIENTOS DIEZ MIL PESOS c/u ($2.210.000)

Plazo: Será hasta el 17 de diciembre de 2022.

OBJETO: *(Trascriba el objeto del contrato, dentro del siguiente cuadro)*
Prestar los servicios profesionales de manera autónoma e independiente, para formar en competencias técnicas, a través de herramientas pedagógicas, en el programa y modalidad asignada, garantizando el cumplimiento del proceso educativo de los aprendices del Centro de Tecnologías para la Construcción y la Madera, por los términos establecidos.

Obligaciones Especificas: *(Trascriba las obligaciones especificas del contrato, dentro del siguiente cuadro)*

No	Obligaciones	Acciones realizadas	Evidencias
1	Cumplir con la programación académica predeterminada por la Coordinación Académica correspondiente, de acuerdo con las normas, procesos y metodologías pedagógicas, estrategias de didácticas activas, formación por proyectos y los productos institucionales	Se cumplió con la programación establecida y las horas a cumplir	Programación y cumplimiento en la plataforma SENA SOFIA PLUS
2	Presentar los reportes de notas de los alumnos y demás informes dentro de los plazos estipulados por el Centro para tal efecto	Se dirigencia y entrega el formato de evaluación correspondiente GFPI-022	Formatos de evaluación de ambientes de aprendizaje GFPI-020 Y GFPI-021, entregada a coordinación académica.
3	Evaluar el proceso de aprendizaje, las estrategias pedagógicas, el medio ambiente educativo, el rendimiento académico de los aprendices y diligenciar oportunamente los formatos correspondientes	Se dirigencia el formato de evaluación de ambientes de aprendizaje. GFPI – 20 Y GFPI-021	Envío de los formatos de evaluación de ambientes de aprendizaje a coordinación académica.
4	Reintegrar los libros y/o ayudas didácticas solicitadas en préstamo en la Unidad información dentro de los plazos estipulados y presentar el paz y salvo correspondiente para el último pago	Devolución de los materiales y ayudas solicitados	Paz y salvo
5	Preparar, orientar, desarrollar, apoyar y evaluar procesos de aprendizaje en cualquiera de las estrategias de respuesta institucional para los diferentes grupos poblacionales objeto de Formación Profesional Integra.	Se orientan las clases del programa de formación, manejo de guías.	Manejo con los aprendices la plataforma blackboard.
6	Desarrollar mecanismos que faciliten la reflexión, la innovación, el espíritu ¡investigativo, la creatividad y la autoevaluación en los alumnos para su mejoramiento continuo	Orientar a los aprendices en su parte creativa, apoyo de emprendimiento.	Proyectos inscritos en fondo de emprender.
7	Participar en el desarrollo de innovaciones pedagógicas y del área específica en que se desempeñe, mediante proyectos de investigación, en concordancia con las exigencias del desarrollo sostenible..	El uso de herramientas tecnológicas como simuladores de los equipos.	Diligenciamiento del formato de acciones diarias.
8	Formular, ejecutar y evaluar diagnósticos que conlleven a la actualización y creación de diseños, planes, programas, procesos y productos propios de las actividades del centro de formación, acordes con su especialidad y área de desempeño, y según las necesidades del entorno	Se participa en el desarrollo de nuevos proyectos y programas de formación o actualización de los mismos.	Registro en Sofía del equipo de desarrollo en el cual participo en el proyecto.
9	Colaborar en el diseño y ejecución de programas de actualización de instructores	Capacitación continua en pedagogía	Certificación de certificados digitales

	del SENA y de otras entidades, en aspectos pedagógicos y de la especialidad en que imparte Formación Profesional.		SENA y actualización de la hoja de vida
10	Participar activamente en el Plan de Mejoramiento y Actualización de los docentes	Se ejecutan planes de mejoramiento	Diligenciamiento de plan de mejoramiento.
11	Capacitar y asistir técnica, empresarial y organizativamente a las comunidades, formas asociativas y empresas en sus proyectos de desarrollo socio empresarial de acuerdo con la especialidad en que imparte Formación Profesional	Apoyo en el sector productivo con cursos, charlas, asesorías para mejorar sus procesos o proyectos.	Asignación cursos virtuales, complementario o titulado.
12	Emitir concepto cuando le sea solicitado, acerca de los planes y programas presentados por entidades aspirantes a ingresar a la cadena de formación o a obtener reconocimiento de cursos, o sobre especificaciones técnicas de maquinaria y equipo, materiales e insumos para la formación profesional integral. Presentar su concepto y recomendaciones	Se emite concepto técnico para contratación, entrevista para admisión de aprendices y reconocimiento de aprendizajes previos.	Firmas en la parte de conceptos técnicos para contratación, emisión de certificado de aspirantes, reconocimientos previos y registros.
13	Participar en la concertación y coordinación interinstitucional para la ejecución de proyectos de desarrollo y acciones de Formación Profesional Integral, proyectos de desarrollo sectorial, regional, municipal y veredal	Se realizan obras de carácter social.	Programación por parte de coordinación en SOFIA PLUS
14	Participar en procesos de promoción de los programas de Formación Profesional Integral, servicios y actividades de Divulgación Tecnológica, programados por el Centro de Formación	Se participa en los EDT'S signados	Registro de EDT'S en SOFIA PLUS
15	Participar en las labores de montaje y puesta en marcha de equipos y maquinaria utilizados en la Formación Profesional Integral, si es del caso	Se realizan montajes de ajustes de quipos para orientar a los aprendices en la parte práctica de su formación.	Registro en sofia plus y aprobación de cordiancion.
16	Coadyuvar en el proceso de ingreso	Apoyar al ingreso de estudiantes y facilidades de manejo de plataforma	Capacitación de estudiantes en el uso de herramientas y procesos
17	Responder por la integridad y buen uso de materiales, equipos y demás elementos de la institución puestos bajo su cuidado para desarrollar labores propias de la ejecución de su contrato	Entrega de equipos en buen estado	Paz y salvo en la entrega de equipos y ayudas
18	Incorporar las tendencias tecnológicas, pedagógicas y de gestión, al diseño técnico pedagógico de las diferentes acciones de formación profesional en su especialidad	Actualización en las tendencias internacionales de diseño de plan de formación.	Incorporación de técnicas dentro de los cursos desarrollados
19	Participar en los comités de evaluación, asistir puntualmente a las clases programadas, colaborar activamente con las disposiciones sobre aseo y orden de los salones de clases y tener sentido de pertenencia con la Institución	Participación dentro de los comités de evaluación, asistencia puntual y orden en las instalaciones	Asistencia a los comités y clases puntualmente

20	Conformar y participar en los equipos de desarrollo curricular interdisciplinarios por programa o conjunto de programas por redes tecnológicas, para garantizar integridad en la formulación de proyectos formativos, el diseño de actividades de aprendizaje, el diseño de talleres e ítems que alimentarán los bancos de pruebas, para la selección de aprendices entre otras.	Entorno ético y de desarrollo personal	Ejemplos de ética y desarrollo de hábitos y estilos de vida saludables
21	Participar en la programación y ejecución del proceso de inducción de aprendices de Formación Titulada y el reconocimiento de aprendizajes previos siempre y cuando cumpla con el objetivo contractual de ejecutar acciones de formación diferentes a la inducción	Participación en las actividades programadas por el centro	Asistencia a las actividades programadas por el centro
22	Reportar el en sistema Sofía Plus en un plazo máximo de tres (3) días de iniciado el trimestre y/ o antes de la terminación del mismo según corresponda, todas las actividades de acuerdo con los procesos que son de su responsabilidad, garantizando la calidad de la información y su coherencia en el proceso formativo, tales como: Registro de los juicios evaluativos, Creación de rutas y asociación de aprendices, Registro de juicios evaluativos del reconocimiento de aprendizajes previos, Comunicar al Coordinador Académico oportunamente anomalías, inconsistencias, novedades de aprendices y hallazgos en el registro de la información	Participación en los proyectos interdisciplinarios trimestrales	Inclusión de ítems de interdisciplinariedad en el diseño de técnicas en equipo pesado.
23	Adelantar actividades como gestor de proyectos cuando el Coordinador Académico lo designe, para apoyar la programación y seguimiento de la formación por proyectos o conjunto de proyectos por redes tecnológicas que garanticen la integralidad en la ejecución del proceso de aprendizaje. PARÁGRAFO: Además de las obligaciones anteriores, EL CONTRATISTA se obliga para con EL SENA a portar el carné que lo identifique como CONTRATISTA en un lugar visible durante todo el tiempo que permanezca en las instalaciones de la entidad, o fuera de ésta, cuando por razones derivadas de la ejecución	Inducción y capacitación adecuada de estudiantes en el aprendizaje SENA	Estudiantes consientes del aprendizaje SENA

	del Contrato deba representarla en su calidad de Contratista-Sena.		
24	Atender oportunamente los requerimientos que haga el supervisor del contrato y presentar informes mensuales de la ejecución del contrato.	Participación en las actividades programadas por el centro	Estudiantes consientes del aprendizaje SENA
25	Aplicar al proceso de certificación de competencias, según normas de competencias que aplican a la 7 función instructor, así como a los procesos que el SENA adelante para certificar habilidades pedagógicas de los instructores	Inducción y capacitación adecuada de estudiantes en el aprendizaje SENA	Estudiantes consientes del aprendizaje SENA
26	Para los instructores de formación virtual y a distancia, deberán cumplir con el manual de desempeño del instructor en ambientes virtuales de aprendizaje.	Aplicar la información suministrada en el manual de desempeño	Inclusión de ítems de interdisciplinariedad en el diseño de técnicas en equipo pesado
27	A los instructores de formación virtual y a distancia de tiempo completo, les serán asignados hasta 320 aprendices en el mes, siendo inicialmente asignados 80 aprendices por ficha. En caso de ser distribuidos de manera diferente, el instructor deberá garantizar la dedicación de 8 horas diarias para sus respectivas fichas las cuales no podrán superar el número de 8.	Inducción y capacitación adecuada de estudiantes en el aprendizaje SENA	Estudiantes consientes del aprendizaje SENA
28	Brindar el apoyo técnico, propio de su profesión, a los diferentes programas en los que pueda ser requerido	Participar en la mejora de otras programadas	Inclusión de ítems para mejora continua
29	Presentar en debida forma, y en los plazos requeridos por la coordinación académica, cuenta de cobro e informe de ejecución mensual.	Presentar en las fechas programadas la documentación requerida	Documentación requerida
30	Las demás que se hagan necesarias para el cabal cumplimiento del objeto contractual.	Participar en las actividades programadas para el desarrollo del programa de formación	Inclusión de ítems de interdisciplinariedad en el diseño de técnicas en equipo pesado

A continuación relaciono los desplazamientos que realicé previo a la presentación de este informe. Una vez finalizado cada desplazamiento presenté al ordenador del gasto el informe en el Formato Informe Legalización Desplazamiento Contratista GTH-F-087, en el que se describieron las actividades desarrolladas y los resultados de cada desplazamiento. Cada informe cuenta con el visto bueno del Supervisor.

Se lista a continuación el soporte de la legalización de los desplazamientos realizados, los cuales forman parte integral del presente informe de ejecución contractual.

ITEM	No DE LA ORDEN DE VIAJE	LUGAR DE DESPLAZAMIENTO	FECHAS DE DESPLAZAMIENTOS	
			INICIO	FINALIZACIÓN
1.				
2.				

Nota 1: *Por cada desplazamiento que haya realizado el contratista, adjuntará el respectivo informe que la soporte. En caso de haber realizado el desplazamiento en fecha posterior a la presentación del informe de ejecución contractual, deberá reportarlo en el siguiente informe de ejecución contractual.*

Para el trámite de la cuenta me permito adjuntar: Documentos electrónicos enunciados como evidencias del cumplimiento de las obligaciones contractuales y los desplazamientos realizados y el No. 9441992514 de la planilla, operador pagos en línea y periodo octubre de 2022. (Decreto Ley 2106 de 2019 – " *Decreto Ley Antitrámites"*)

Declaración bajo la gravedad de juramento.

Me permito declarar **bajo la gravedad de juramento** que durante el periodo objeto de cobro SI____NO_X__ he suscrito otro u otros contratos con entidades(s) del Estado el (los) cual(es) se encuentra(n) en ejecución; la anterior declaración de acuerdo con lo establecido en el numeral 5º de la Directiva Presidencial No. 001 de 2022, a fin de identificar potenciales conflictos de interés y hacer la gestión del riesgos para la toma de decisiones dentro del principio de la debida diligencia frente a la ejecución de los contratos de prestación de servicios profesionales o de apoyo a la gestión.

Nota: En el evento de señalar **SI,** el análisis efectuado por el supervisor y ordenador de pago deberá quedar documentado y publicado en el SECOP II en los documentos relacionados en el archivo Gestión Contractual GC_ del periodo objeto de cobro.

Evidencias en () folios

Cordialmente,



Firma
Lesli Tatyana Luna Arevalo
Contratista
C.C. No. 1.023.868.357

Recibí a satisfacción:

Firma
Luis Orlando Cortes Vega
Supervisor(a) Contrato No CO1.PCCNTR.3363923/2022

TIEMPO ACT. APOYO A LA FORMACION

INSTRUCTOR: LESLI TATYANA LUNA AREVALO

CENTRO DE FORMACIÓN: CENTRO DE TECNOLOGIAS PARA LA CONSTRUCCION Y LA MADERA

FECHA INICIAL: 01/11/2022 00:00:00

FECHA FINAL: 30/11/2022 23:59:59

ACTIVIDADES ACADÉMICAS

FICHA DE APRENDIZAJE: 2593662 - CONSTRUCCION EN EDIFICACIONES.

• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS DE LAS CIENCIAS NATURALES DE ACUERDO CON SITUACIONES DEL CONTEXTO PRODUCTIVO Y SOCIAL.
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	APLICAR PRÁCTICAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL, SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO DE ACUERDO CON LAS POLÍTICAS ORGANIZACIONALES Y LA
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	Coordinar construcción de estructuras de acuerdo con planos y especificaciones técnicas
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	DESARROLLAR PROCESOS DE COMUNICACIÓN EFICACES Y EFECTIVOS, TENIENDO EN CUENTA SITUACIONES DE ORDEN SOCIAL, PERSONAL Y PRODUCTIVO.
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	Ejercer derechos fundamentales del trabajo en el marco de la constitución política y los convenios internacionales.

• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	Enrique Low Murtra-Interactuar en el contexto productivo y social de acuerdo con principios éticos para la construcción de una cultura de paz.
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	GENERAR HÁBITOS SALUDABLES DE VIDA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE PROGRAMAS DE ACTIVIDAD FÍSICA EN LOS CONTEXTOS PRODUCTIVOS Y SOCIALES.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

DESARROLLAR HABILIDADES PSICOMOTRICES EN EL CONTEXTO PRODUCTIVO Y SOCIAL.

EJECUTAR ACTIVIDADES DE ACONDICIONAMIENTO FÍSICO ORIENTADAS HACIA EL MEJORAMIENTO DE LA CONDICIÓN FÍSICA EN LOS CONTEXTOS PRODUCTIVO Y SOCIAL.

IMPLEMENTAR UN PLAN DE ERGONOMÍA Y PAUSAS ACTIVAS SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DE LA FUNCIÓN PRODUCTIVA.

PRACTICAR HÁBITOS SALUDABLES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE FUNDAMENTOS DE NUTRICIÓN E HIGIENE.

• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	Gestionar procesos propios de la cultura emprendedora y empresarial de acuerdo con el perfil personal y los requerimientos de los contextos productivo y social.
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	Inspeccionar instalación de acabados de acuerdo con planos y especificaciones técnicas
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	INTERACTUAR EN LENGUA INGLESA DE FORMA ORAL Y ESCRITA DENTRO DE CONTEXTOS SOCIALES Y LABORALES SEGÚN LOS CRITERIOS ESTABLECIDOS POR
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	MEDIR CONSTRUCCIONES SEGÚN TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	Orientar investigación formativa según referentes técnicos

• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	PROBAR INSTALACIONES TÉCNICAS DE ACUERDO CON PLANOS Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN.
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	Programar proyectos según especificaciones técnicas y métodos de planeación.
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	Razonar cuantitativamente frente a situaciones susceptibles de ser abordadas de manera matemática en contextos laborales, sociales y personales.
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	Replantear los diseños de acuerdo con planos y especificaciones técnicas de construcción.
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	Resultado de Aprendizaje de la Inducción.
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	RESULTADOS DE APRENDIZAJE ETAPA PRACTICA
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	Utilizar herramientas informáticas de acuerdo con las necesidades de manejo de información
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	Verificar construcción de preliminares de obra según planos y especificaciones técnicas

HORAS DEDICADAS EN LA FICHA :	15,90

FICHA DE APRENDIZAJE:	2593034 - OPERACION DE MAQUINARIA PESADA PARA EXCAVACION.
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS DE LAS CIENCIAS NATURALES DE ACUERDO CON SITUACIONES DEL CONTEXTO PRODUCTIVO Y SOCIAL.
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	APLICAR PRÁCTICAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL, SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO DE ACUERDO CON LAS POLÍTICAS ORGANIZACIONALES Y LA
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	DESARROLLAR PROCESOS DE COMUNICACIÓN EFICACES Y EFECTIVOS, TENIENDO EN CUENTA SITUACIONES DE ORDEN SOCIAL, PERSONAL Y PRODUCTIVO.
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	Ejercer derechos fundamentales del trabajo en el marco de la constitución política y los convenios internacionales.
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	Enrique Low Murtra-Interactuar en el contexto productivo y social de acuerdo con principios éticos para la construcción de una cultura de paz.
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	GENERAR HÁBITOS SALUDABLES DE VIDA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE PROGRAMAS DE ACTIVIDAD FÍSICA EN LOS CONTEXTOS PRODUCTIVOS Y SOCIALES.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

DESARROLLAR HABILIDADES PSICOMOTRICES EN EL CONTEXTO PRODUCTIVO Y SOCIAL.

EJECUTAR ACTIVIDADES DE ACONDICIONAMIENTO FÍSICO ORIENTADAS HACIA EL MEJORAMIENTO DE LA CONDICIÓN FÍSICA EN LOS CONTEXTOS PRODUCTIVO Y SOCIAL.

IMPLEMENTAR UN PLAN DE ERGONOMÍA Y PAUSAS ACTIVAS SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DE LA FUNCIÓN PRODUCTIVA.

PRACTICAR HÁBITOS SALUDABLES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE FUNDAMENTOS DE NUTRICIÓN E HIGIENE.

• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	Gestionar procesos propios de la cultura emprendedora y empresarial de acuerdo con el perfil personal y los requerimientos de los contextos productivo y social.

• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	INTERACTUAR EN LENGUA INGLESA DE FORMA ORAL Y ESCRITA DENTRO DE CONTEXTOS SOCIALES Y LABORALES SEGÚN LOS CRITERIOS ESTABLECIDOS POR
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	Operar equipo de excavación según manuales técnicos.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

EJECUTAR EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE ACUERDO CON EL MANUAL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO Y EL MANUAL DE PARTES.

INSPECCIONAR LAS MÁQUINAS DE ACUERDO CON NORMATIVA DE SEGURIDAD Y MANUALES TÉCNICOS. 48 HORAS

MANIOBRAR EXCAVADORA DE ACUERDO CON NORMATIVA DE SEGURIDAD Y MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. 256 HORAS

MANIOBRAR MINICARGADOR DE ACUERDO CON NORMATIVA DE SEGURIDAD Y OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. 144 HORAS

MANIOBRAR RETROCARGADOR DE ACUERDO CON NORMATIVA DE SEGURIDAD Y MANUALES OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. 240 HORAS

SELECCIONAR LAS HERRAMIENTAS, INSUMOS Y REGISTROS DE ACUERDO CON EL TIPO DE ACTIVIDAD A EJECUTAR Y MANUALES TÉCNICOS.

• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	Razonar cuantitativamente frente a situaciones susceptibles de ser abordadas de manera matemática en contextos laborales, sociales y personales.
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	Resultado de Aprendizaje de la Inducción.
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	RESULTADOS DE APRENDIZAJE ETAPA PRACTICA
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	Utilizar herramientas informáticas de acuerdo con las necesidades de manejo de información

HORAS DEDICADAS EN LA FICHA :	91,70

FICHA DE APRENDIZAJE: 2683703 - OPERAR RETROEXCAVADORA ORUGADA

• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: OPERAR MOTONIVELADORA EN EXPLOTACIONES MINERAS Y OBRAS CIVILES DE ACUERDO CON EL MANUAL DEL EQUIPO.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

EL APRENDIZ CULMINARÁ, SU FORMACIÓN ACADÉMICA CON LOS CONOCIMIENTOS BÁSICOS, Y TEÓRICOS PRÁCTICOS PARA DESEMPEÑARSE COMO OPERADOR DE RETROEXCAVADORA ORUGADA.

HORAS DEDICADAS EN LA FICHA : 79,70

TOTAL HORAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS: 187,30

EVENTOS DE DIVULGACIÓN TECNOLÓGICA - EDT´s

FICHA	FECHA INICIO	FECHA FINAL	EVENTO	HORAS

TOTAL TIEMPO EDT´s: 0,00

ACTIVIDADES ADICIONALES

FECHA INICIAL	FECHA FINAL	ACTIVIDAD	HORAS

TOTAL ACTIVIDADES ADICIONALES: 0,00

INSTRUCTOR: LESLI TATYANA LUNA AREVALO

CENTRO DE FORMACIÓN: CENTRO DE TECNOLOGIAS PARA LA CONSTRUCCION Y LA MADERA

ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO DE LA EXCAVADORA CAT 320D EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VÍA, EJECUTANDO ACTIVIDADES DE MOVIMIENTO DE TIERRA. CASO DE ESTUDIO – PROYECTO CARICARE EN EL DEPARTAMENTO ARAUCA

PAULA JOHANNA CARRANZA CORTÉS
WILMER ALFONSO COMBITA CASTRO

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D. C.
JUNIO 2015

ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO DE LA EXCAVADORA CAT 320D EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VÍA, EJECUTANDO ACTIVIDADES DE MOVIMIENTO DE TIERRA. CASO DE ESTUDIO – PROYECTO CARICARE EN EL DEPARTAMENTO ARAUCA

PAULA JOHANNA CARRANZA CORTÉS
WILMER ALFONSO COMBITA CASTRO

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

ASESOR DISCIPLINAR
MSC. IC. MARIANO ANTONIO CARRANZA ROA
ASESOR METODOLÓGICO
DRA. JEANNETTE ALEXANDRA MARTÍNEZ GONZALEZ

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D. C.
JUNIO 2015

AGRADECIMIENTOS

Les agradecemos sinceramente a nuestros asesores de Tesis, Dra. Jeannette Martínez González y Msc. Ic. Antonio Carranza Roa, por su esfuerzo y dedicación.

Sus conocimientos, orientaciones, persistencia, paciencia, motivación y su manera de trabajar fueron fundamentales para la elaboración de este proyecto.

Agradecemos al Ingeniero William Mellado por sus valiosas y oportunas observaciones las cuales nos ayudaron a concluir satisfactoriamente este proceso.

Agradecemos a la firma MARPRA por permitirnos el acceso a su proyecto.

¡MUCHAS GRACIAS!

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 6

1. GENERALIDADES 7

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 7

1.2. JUSTIFICACIÓN 9

1.3. OBJETIVOS 10

1.3.1. Objetivo General 10

1.3.2. Objetivos Específicos 10

2. MARCOS DE REFERENCIA 11

2.1. ANTECEDENTES 11

2.2. MARCO DE REFERENCIA TEÓRICA 12

2.2.1. Excavadoras Hidráulicas 12

2.2.2. Deterioro de la Excavadora 15

2.2.3. Fuentes de fallas en la Excavadora 16

2.2.4. Tipos de Mantenimiento de una Excavadora 16

2.2.5. Ventajas y Costos de la Excavadora 17

2.2.6. Excavadora Caterpillar 320D 20

2.2.7. Tipos de Materiales a los cuales se sometió la Máquina en la Remoción del Material 22

2.2.8. Maquinaria y Rendimientos 24

2.2.9. Teoría del Rendimiento de la Maquinaria de Construcción Vial 30

2.2.10. Rendimiento y Productividad de Las Excavadoras 34

2.3. MARCO GEOGRÁFICO 36

2.3.1. Datos Generales del Departamento de Arauca 37

2.3.2. División Administrativa - Arauca 37

2.3.3. Fisiografía – Departamento de Arauca 38

2.3.4. Hidrografía – Departamento de Arauca 39
2.3.5. Clima – Departamento de Arauca 39
2.3.6. Actividades Económicas – Arauca 39
2.3.7. Vías de Comunicación – Arauca 40
2.3.8. Panamá, Arauquita, Arauca 41
2.4. MARCO LEGAL 43
3. DISEÑO METODOLÓGICO 44
3.1. LÍNEA 44
3.1.1 Sublínea 44
3.2. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN 44
3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN 44
3.4. VARIABLES 45
3.5 INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS 45
3.4.1. Formato de Campo 45
3.4.2. Lecturas 45
3.4.3. Software MINITAB 46
3.4.4. Entrevistas a Profundidad 46
3.4.5. Observación 46
3.5. FASES DE LA INVESTIGACIÓN 47
3.5.1. FASE 1: Evaluación de desempeño de la excavadora en remoción de material heterogéneo en la construcción de una vía 47
3.5.2. FASE 2: Análisis de costos vs utilidad de la excavadora 320D en la construcción de una vía 47
3.5.3. FASE 3: Determinar las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, indicando los beneficios que conduzcan a un eficiente funcionamiento de la excavadora 48
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS 49
4.1. FASE 1: Evaluación de desempeño de la excavadora en remoción de material heterogéneo la construcción de una vía 49

4.2. FASE 2: Análisis de costos vs utilidad de la excavadora 320D en la construcción de una vía 50

4.3. FASE 3: Determinar las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, indicando los beneficios que conduzcan a un eficiente funcionamiento de la excavadora. 51

4.3.1. Mantenimiento Preventivo. 51

4.3.2. Mantenimiento Correctivo. 52

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 56

6. BIBLIOGRAFIA 57

7. WEBGRAFIA 58

8. ANEXOS 59

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 – Factores de llenado de las excavadoras hidráulicas

Tabla 2 – Factor de Eficiencia

Tabla 3 – Informe Excavadora 320D

Tabla 4 – Insumos por hora trabajada

Tabla 5 – Costos de la Excavadora

Tabla 6 – Rendimiento de la Excavadora 320D según el Tipo de Trabajo

Tabla 7 – Normas generales para el uso de Maquinaria Pesada

Tabla 8 – Definición de Variables

LISTADO DE IMÁGENES

Imagen 1 – Excavadora 320D

Imagen 2 – Esquema de la Excavadora Hidráulica y sus partes

Imagen 3 – Esquema de la Excavadora Hidráulica

Imagen 4 – Clasificación Textural del Suelo

Imagen 5 – Descripción gráfica del ciclo de la Excavadora según la gama del trabajo

Imagen 6 – Mapa político Colombiano

Imagen 7 – División Administrativa del Departamento de Arauca

Imagen 8 – Mapa orográfico de Colombia

Imagen 9 – Actividad Económica Araucana

Imagen 10 – División Política de Arauca

Imagen 11 – Foto Satelital de la Vereda Panamá

Imagen 12 – Trazado de la vía en rehabilitación

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1 – Formato de Campo

Anexo 2 – Formatos de Campo Diligenciados

Anexo 3 – Análisis Estadístico

Anexo 4 – Consolidado del Análisis Estadístico

Anexo 5 – Consolidado de Rendimiento y Productividad

INTRODUCCIÓN

Este trabajo analiza el rendimiento y la productividad de la excavadora CAT 320D en la construcción de una vía, ejecutando actividades de movimientos de tierra, para lo cual se ha estructurado en cinco capítulos, a fin de obtener un panorama más amplio del tema a tratar.

Se inicia hablando de la necesidad que nace de renovar las vías del país teniendo en cuenta que es uno de los principales requerimientos que surgen de los tratados de libre comercio que se están firmando, teniendo en cuenta lo anterior y que la maquinaria pesada es una de las principales aportantes de las utilidades de una obra o proyecto se ve la necesidad de estudiar el rendimiento y la productividad de la excavadora 320D para determinar los factores que no permiten que esta alcance un óptimo rendimiento.

En el transcurso del documento se explica las teorías de rendimiento de la máquina para dar una amplia visión de los factores que se deben analizar en distintas circunstancias en las que se puede encontrar la máquina, se analiza los distintos ciclos y cuál de ellos es el que está siguiendo la maquina observada; entre los factores que influyen en el rendimiento y la productividad de la máquina se encuentra el tipo de suelo que se está removiendo, su porcentaje de humedad, y sus características mecánicas.

Se utilizan todos los factores encontrados en las teorías de rendimiento y se analiza la excavadora CAT 320D determinando los factores que afectan la máquina y determinando el porqué del bajo rendimiento.

Esto se realizó mediante formatos de campo en los cuales tomaban datos de entrada como lo son los volúmenes que movía diariamente y cuantas horas tardaba en hacer esa actividad; con estos datos se calculó el rendimiento de la máquina y se comparó con el estándar que da el fabricante.

De esta forma se concluyó que para que la máquina de él 100% de rendimiento así mismo tiene que tener la máquina en condiciones óptimas las cuales son prácticamente imposibles de encontrar y más en el medio de la construcción donde se debe trabajar en las condiciones en las que se encuentre el ambiente donde se vaya a hacer la construcción.

1. GENERALIDADES

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia, la mayor parte de la red vial tiene un gran atraso tanto en las vías primarias como terciarias debido a la falta de inversión, y muchas de estas vías tienen más de 50 años de operación, presentando daños por el incremento progresivo del tráfico vehicular. Por otro lado es importante mencionar las significativas perdidas socioeconómicas sufridas por la red vial nacional ante los peligros naturales, condiciones topográficas, hidrológicas y geológicas, que han puesto en evidencia la alta vulnerabilidad ambiental, que exige cambios en las técnicas y métodos encaminados al diseño, la gestión, administración y programación de las obras viales.

Colombia tiene en total 187.432,89 kilómetros de red vial, de los cuales 19.714,89 kilómetros están a cargo de la nación, 35.040 kilómetros de la red departamental, 12.556 kilómetros es red privada no clasificada y 135.679,45 kilómetros hacen parte de la red terciaria entre los que también figuran entre otros INVÍAS; del total de la red vial colombiana, 2.000 kilómetros están pavimentados por concesionarios contratados por el Instituto Nacional de Concesiones – INCO y los 4.000 kilómetros restantes por los gobernadores y alcaldes, esto quiere decir que solo el 3,2% de la red vial en Colombia esta pavimentada y en buen estado[1] y más del 96% están en mal estado o sin pavimentar.

La participación del trabajo mecánico en la construcción y mantenimiento de las vías es del 60% y en la urbanización del orden del 40%, estos equipos contribuyen al desarrollo económico de un país, el cual depende en parte de la culminación exitosa de las obras, si se cumple con los parámetros propuestos.[2]

El análisis del rendimiento y la productividad de la excavadora tienen como fundamento el hecho que tanto los dueños de maquinaria pesada como los ingenieros civiles constructores presentan desconocimiento significativo sobre los procesos ejecutables de una maquina en específico y este desconocimiento se evidencia en la parte constructiva en donde no hay manejo ni seguimiento serio del rendimiento y la productividad de una máquina.

Por otro lado los ingenieros civiles al momento de realizar la planeación de una obra no cuentan con datos suficientes para identificar la maquinaria a utilizar para ciertas

[1] DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION, Informe Datos de PEI 2011 - -2014, Publicado en Octubre de 2014

[2] VARGAS SÁNCHEZ, Roberto. La Maquinaria Pesada en Movimiento de Tierras (Descripción y Rendimiento). México D.F. Diciembre de 1999. Trabajo de grado (Licenciatura en Ingeniería de Construcción). Instituto Tecnológico de la Construcción.

actividades en específico, ya que solo se pueden orientar por sistemas generales de información como lo son CONSTRUDATA e INARDATOS, que sí proporcionan información sobre maquinaria, pero que toman estas actividades muy generales y no representan un porcentaje alto de fiabilidad.

Los proyectos de desarrollo vial en el país han tenido un mejoramiento en su rendimiento debido a la intervención de los equipos de construcción. Si no se lleva un adecuado manejo de estos equipos las utilidades pueden decaer ya que ellos son los principales aportantes de las utilidades de una obra o proyecto.

Por lo anterior es necesario analizar el desempeño, así como las causas del bajo rendimiento y productividad en la utilización de la excavadora en una obra vial.

Esto nos conduce a preguntarnos ¿Cuál será el desempeño de la excavadora en la construcción de una vía, ejecutando actividades de movimiento de tierra, en el caso de estudio proyecto CARICARE en el departamento de Arauca?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Los empresarios de la construcción esperan cada día mejores dividendos al invertir en costosos parques de maquinaria y equipo de construcción vial, es por esto que se hace necesaria la siguiente investigación para así contribuir en el manejo de un buen manejo operativo y administrativo en la utilización de la excavadora CAT 320D u otra con características similares, con el fin de obtener buenos resultados.

La investigación observará las tareas, procesos, sistemas, costos y obras, que requieren de una mayor atención en los planes de mejoramiento, diseñando estrategias de mejoramiento productivo de la operación de la excavadora, para lograr un buen desempeño de la gestión, aumento de la productividad y disminución de las pérdidas económicas.

Las anteriores acciones beneficiaran favorablemente al gremio de los empresarios de maquinaria y equipos de construcción vial, a los socios, empleados, clientes y proveedores, mejorando la presentación de su cultura organizacional, con una única imagen y una administración de calidad en busca de los logros establecidos.

Con la investigación se busca complementar, mejorar e implementar los lineamientos administrativos y operativos de la excavadora CAT 320D u otra similar, y así producir mejores dividendos a dueños de maquinaria y mayor desempeño en las obras por parte de la maquina beneficiando a ingenieros constructores.

Debido a la falta de información que hay sobre los desempeños de la maquinara pesada en la construcción de una vía, esta investigación será útil para ingenieros con planes de ejecución de obras viales y que no poseen suficiente conocimiento sobre el tipo de maquinaria a utilizar en excavaciones y que tan fiable puede ser este tipo de maquinaria en la construcción de una vía con características similares a la estudiada.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Analizar el desempeño de la excavadora CAT 320D en la construcción de una vía, ejecutando actividades de movimiento de tierra, en el caso de estudio proyecto CARICARE en el departamento de Arauca.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Evaluar los desempeños de la excavadora en la remoción de material en la construcción de una vía.
- Analizar los costos vs la utilidad que produce la excavadora en actividades de remoción de tierra.
- Determinar las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, indicando los beneficios que conduzcan a un eficiente funcionamiento de la excavadora.

2. MARCOS DE REFERENCIA

2.1. ANTECEDENTES

El desarrollo de las vías en Colombia se encuentra en gran atraso en relación con otros países suramericanos según estudios realizados. Las vías terrestres, fuente de economía y desarrollo de las regiones deben enfrentar problemáticas de construcción, diseño y mantenimiento debido a situaciones topográficas, geológicas, hidrológicas, culturales y ambientales para lo cual se necesita una participación activa de las diferentes disciplinas para dar soluciones contundentes a las diferentes problemáticas.

De acuerdo a lo anterior, se han generado proyectos de investigación, como el realizado por el del Instituto Tecnológico de la Construcción[3] donde el autor hace una recuento de los tipos de maquinaria pesada, compactadores, cargadores, excavadoras, motoniveladoras, etc., dando de forma muy general los factores que influyen en cada uno de los diferentes cálculos del rendimiento. Al final concluye con que se recomienda efectuar de manera periódica una evaluación total en la maquinaria, los métodos y volúmenes, la rapidez y desarrollo así como la variedad de máquinas aumenta constantemente, por consiguiente las técnicas para el uso y aprovechamiento de la maquinaria de construcción se hace cada vez más complicada.

Las investigaciones realizadas a nivel nacional en vías y transporte se han desarrollado en la seguridad, movilidad, planeación, pero son pocas las que cubren los avances que se tiene de la maquinaria pesada, teniendo en cuenta que la tecnología avanza a pasos agigantados diariamente, una de estas investigaciones es la realizada por la constructora EMINDUMAR S.A. la cual analiza el desempeño de la Motoniveladora Volvo G-930 en la construcción de una vía, obteniendo en rendimiento en condiciones específicas de la vía.[4]

[3] VARGAS SÁNCHEZ, Roberto. La Maquinaria Pesada en Movimiento de Tierras (Descripción y Rendimiento). México D.F. Diciembre de 1999. Trabajo de grado (Licenciatura en Ingeniería de Construcción). Instituto Tecnológico de la Construcción.

[4] CONSTRUCTURA EMINDUMAR, Análisis del desempeño de la motoniveladora en los proyectos que requieren movimientos de tierra y extendida de material. Bogotá D.C. 2014.

2.2. MARCO DE REFERENCIA TEÓRICA

2.2.1. Excavadoras Hidráulicas

Las excavadoras hidráulicas son frecuentemente usadas para la remoción de rocas y tierra, sin embargo, gracias a sus numerosos accesorios también pueden ser utilizadas para el corte de acero, la demolición de concreto, el cimiento de gravilla antes del pavimento, la explotación de material de cantera, el trasiego de material en distancias cortas, y hasta para acopiar el material en lugares específicos.

Imagen 1 – Excavadora 320D



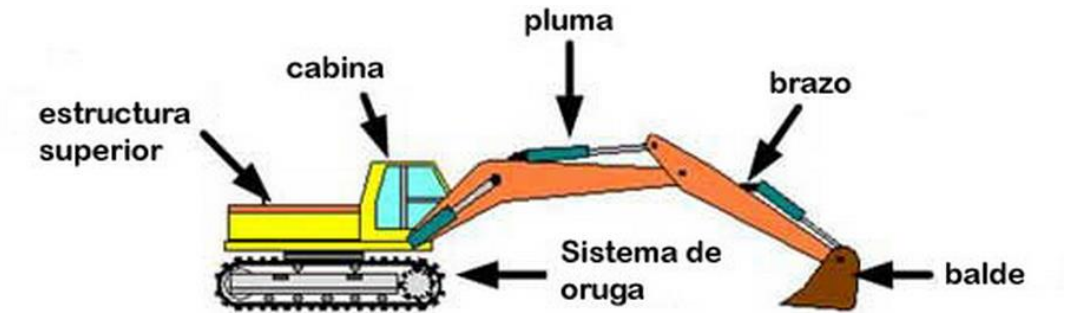
Elaboración Propia Tomada el 2 de Abril de 2015

Los trabajos que pueden realizar las excavadoras son:

- Carga de camiones en excavaciones de corte.
- Carga de materiales para planta de agregados y asfalto.
- Carga de material sub-base para carreteras.
- Alcantarillado y postura de tubería.
- Grandes movimientos de tierra.
- Arreglo de taludes y terraplenes.
- Demolición en obras de ensanchamiento.
- Producción de piedra, arena y agregados.

- Minería.
- Manejo de materiales.
- Excavaciones de sótanos.
- Manejo forestal.
- Instalación de oleoductos y gasoductos.
- Taladrado.
- Manejo de aguas y lodos.
- Desgarramiento de materiales.
- Limpieza de terrenos.

Imagen 2 – Esquema de la Excavadora Hidráulica y sus partes



Tomado de Curso Virtual de Equipos de Excavación: Excavadoras, palas y sus componentes

Los factores que primordialmente dan el rendimiento de las excavadoras son:

- El estado actual de la máquina.
- La experiencia del operador en la maniobra del equipo.
- El Tipo de material que se va a trabajar.
- Condiciones climáticas que se estén presentando en la actividad programada del día.

La experiencia del operador tiene más importancia para el rendimiento de esta máquina que para el rendimiento de cualquier otro equipo pesado, ya que es de difícil manejo operacional por ende requiere técnica, experiencia y perspicacia del operador.

Al igual que en las otras máquinas de movimiento de tierras, el rendimiento de la excavadora, corresponde a la cantidad de material por carga del cucharón, multiplicada por el número de cargas del cucharón en cada hora.

Estimación de la carga del cucharón:

La cantidad de material que carga el cucharón en cada ciclo, depende del factor de llenado del material. En la Tabla 1 – Factores de llenado de las Excavadora Hidráulicas se indican los factores de llenado dependiendo del material excavado.

Tabla 1 – Factores de llenado de las excavadoras hidráulicas

MATERIAL	FACTOR %
Marga mojada o arcilla arenosa	100 a 110
Arena y grava	90 a 100
Arcilla dura y tenaz	75 a 85
Rocas de voladura, bien fragmentadas	60 a 75
Rocas de voladura, mal fragmentadas	40 a 50

Tomada de Caterpillar Tractor Co.

Tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo de las excavadoras consta de los siguientes cuatro pasos: carga y descarga del cucharón y oscilación con y sin carga. En razón a que la estimación del tiempo de ciclo depende del grado de facilidad de carga del material, del peso de la carga útil, de la profundidad del corte, de la altura del montón de tierra y del ángulo de oscilación, es difícil calcularlo antes de iniciar el trabajo.

Producción:

La producción está determinada por la siguiente fórmula:

$$P = Q \times C \times K$$

Dónde:

$$P = Producción\ en\ m^3/\ hr$$
$$Q = Carga\ útil\ por\ ciclo$$
$$C = Número\ de\ ciclos\ por\ hora$$
$$K = Factor\ de\ eficiencia$$

El factor de eficiencia se encuentra en la Tabla 2 – Factor de eficiencia. Si el tiempo de ciclo y la carga útil del cucharón pueden preverse con exactitud, se puede utilizar las tablas de producción estimadas y que algunos fabricantes suministran.

Tabla 2 – Factor de Eficiencia

CONDICIONES DE TRABAJO	ORGANIZACION DE OBRA		
	Buena	Promedio	Mala
Buenas	*0,90*	*0,75*	*0,60*
Promedio	*0,80*	*0,65*	*0,50*
Malas	*0,70*	*0,60*	*0,45*

Tomada de Movimiento de Tierras[5]

Vida útil de la excavadora de acuerdo a las áreas que interviene:

- Para trabajos en suelos rocosos, topografía altamente irregular, la excavadora tiende a durar entre cinco y nueve años aproximadamente 35000 horas.
- Puede operar en terrenos duros o blandos según el ancho de la oruga, trabajar por encima o por debajo del nivel de la máquina con una duración media de 9 años.
- Máximo puede aumentar su vida útil hasta los 14 años, adelantando ciclos de trabajos pequeños, rendimientos de carga elevados y anchuras de tajo pequeñas.[6]

2.2.2. Deterioro de la Excavadora

En presencia de suelos rocosos o gravas compactas, lo indicado es utilizar previamente material explosivo y posteriormente intervenir con la excavadora, por lo contrario tendríamos graves daños en el equipo como en los mecanismos hidráulicos, el sistema de transmisión y en general toda la estructura.

Trabajos en topografías irregulares y terrenos en ciertos tramos con un alto grado de compactación, la excavadora sufrirá impactos fuertes y sorpresivos que le producen daños en el sistema hidráulico.

[5] CHERNÉ TARILONTE, Juan. Movimiento de Tierras, Edición No. 1, Bogotá Colombia, McGraw Hill, 1993, 33p

[6] MAQUINARIAS PESADAS. Curso de Equipos de Excavación: Excavadoras, palas y sus componentes [en línea].<http://www.maquinariaspesadas.org/blog/1567-curso-equipos-excavacion-excavadoras-palas-componentes> [citado en 31 de marzo de 2015]

2.2.3. Fuentes de fallas en la Excavadora

Las fallas que se originan en una máquina son ocasionadas por las siguientes fuentes:

- **La máquina o equipo mismo:**

La máquina se vuelve una fuente de fallas, dependiendo de las propiedades eléctricas, mecánicas y electrónicas de sus partes; la calidad de los materiales empleados en ella; la bondad del diseño y, por último, la calidad de su instalación en el lugar a donde va a prestar el servicio.

- **El ambiente circundante:**

Este se torna en una fuente de fallas cuando es agresivo a la máquina por ejemplo, la humedad y la temperatura fuera de especificaciones, el polvo, el humo, la salinidad o acidez, etc. Es necesario construir un ambiente adecuado para la máquina en cuestión a fin de reducir al mínimo las fallas por este concepto.

- **El personal de mantenimiento, operación o ampliaciones:**

Se deben acometer estas actividades por personal idóneo, bajo estrictas recomendaciones de la casa fabricante, procurando que la excavadora sea intervenida lo menos posible.

Políticas de Intervención de la Excavadora

El operario debe adelantar permanentes análisis de verificación en conjunto de la excavadora; toda intervención de la excavadora estará sustentada en un diagnóstico previo; el diagnóstico debe estar soportado en pruebas y análisis minuciosos. La intervención se hará con personal hábil en el diagnóstico y en labores de planeación del mantenimiento correctivo.

2.2.4. Tipos de Mantenimiento de una Excavadora

Mantenimiento correctivo

Las labores que deben llevarse a cabo tienen por objeto la recuperación inmediata de la calidad de servicio, es decir, que ésta se coloque dentro de los límites esperados (superior e inferior), ya sea que para tal efecto se hagan arreglos provisionales o definitivos de la excavadora.

Mantenimiento preventivo

Estos trabajos generalmente se desarrollan con el fin de asegurar que la calidad del servicio de la excavadora permanezca dentro de los limites previstos y se toman de las instrucciones que proporcionan los fabricantes al respecto, y los puntos de vista que dan los técnicos en cada especialidad al visitar cada nueva instalación y corroborar el ambiente circundante y las condiciones que guarda el lugar o artefacto.

Mantenimiento periódico

El mantenimiento periódico considera que la probabilidad de cambios en las características físicas de los componentes de la excavadora, se incrementa a partir de cierto número de horas de trabajo y deberá cambiar determinadas piezas sin importar su estado, inspeccionar otras y proceder conforme el análisis de ellas, limpiar, lubricar, etc.

Mantenimiento técnico

Es una combinación de los mantenimientos periódicos y progresivos, en éste se efectúan algunos trabajos por etapa a la excavadora bajo calendario después de ciertas horas de funcionamiento, pero en forma progresiva, aprovechando tiempos ociosos para que de acuerdo con la prioridad establecida, se realicen los cambios de piezas, lubricación, etc.

Mantenimiento analítico

Los trabajos a efectuar se derivan del análisis de la estadística de fallas, de las recomendaciones del fabricante de la excavadora, de las condiciones del lugar donde está instalada ésta, de la calidad de la instalación, de la calidad de la mano de obra de operación, etc. No se interviene la excavadora periódicamente, sino hasta el momento en que el análisis indique la necesidad de efectuar labores de mantenimiento para prevenir fallas que reduzcan la calidad de servicio.

2.2.5. Ventajas y Costos de la Excavadora

Las ventajas incluyen la disminución de los costes de combustible, la reducción de las emisiones de gases de escape y una huella de carbono también menor; todo ello sin afectar a la producción, la fiabilidad, la resistencia o a su capacidad en todas las aplicaciones, proporcionan características adicionales para garantizar que la máquina de “Alto Alcance” pueda utilizarse de una forma más fácil para todos los trabajos de demolición.

Costos de posesión o de propiedad

Son los causados por el solo hecho de poseer máquinas, así estén trabajando o no. Para estos costos se debe establecer un capital amortizable. Estos costos se pueden dividir en dos categorías: Costos de depreciación y Costos debido al Interés, Impuesto y Seguros.

Estos costos se reducen a una cifra horaria y se descuentan durante la vida útil estimada del equipo. La vida económica útil de una máquina es el período de tiempo de trabajo que se considera va a aportar buenas utilidades a su propietario. A medida que el equipo se va usando, la mayor parte de sus piezas se va gastando, incidiendo considerablemente en su vida útil, la habilidad y cuidado del operario y el mantenimiento oportuno, suficiente y adecuado.

- **Depreciación:**

Es la disminución gradual del precio original de adquisición de la excavadora, ocasionado por el desgaste y el transcurso del tiempo.

La depreciación se calcula proporcionalmente a la duración de la excavadora o en otras palabras, el número de horas de servicio que se espera de ella.

Normalmente el propietario del equipo espera recuperar el dinero invertido en el mismo, durante la vida económica útil, lo que se denomina período de amortización. Esto se hace mediante un recargo al precio de alquiler por hora de la máquina. El valor a depreciar no debe incluir el costo de las llantas y neumáticos, pues estos están incluidos como un elemento en el costo de operación.

Para hallar el valor neto de amortización se procede como sigue:

Precio entrega máquina	$
Menos valor llantas	$
Menos valor de recuperación (10%)	$
Valor neto de amortización	$

$$\text{Costo depreciación hora} = \frac{\text{Valor neto de amortización del equipo}}{\text{Vida útil en horas}}$$

- **Impuestos y Seguros**:

Otra parte a considerar en los costos de posesión son los gastos por intereses, impuestos y seguros.

Los intereses: son los recargos adicionales que hace el banco o entidad financiera que presta el dinero para compras de equipo.

Impuestos: son los gravámenes que impone el Estado sobre el patrimonio de una persona o entidad. El impuesto sobre el patrimonio varía de acuerdo con el monto total del contribuyente.

Seguros: las primas de seguros varían, tanto con la clase de equipo, como con el riesgo que se desee cubrir. Estos riesgos incluyen incendio, daños a terceros, responsabilidad civil, etc. La tasa para equipo de construcción de vías cubriendo estos riesgos es de un 3.2 % anual aproximadamente.

Para hallar el costo horario de los intereses, impuestos y seguros, es necesario establecer un valor promedio anual para la máquina.

- **Estacionamiento y Bodegaje**

Se debe incluir los valores ocasionados por concepto de celadores y de bodegaje.

- **Costos de operación**

Los equipos de construcción accionados por motores de combustión interna, requieren para su funcionamiento de operarios, combustibles y lubricantes. Para un buen funcionamiento se necesita, además, servicio adecuado de mantenimiento y remplazo oportuno de las piezas dañadas o gastadas. Las aplicaciones realizadas por todo esto se constituye como los costos de operación de una máquina:

$$Costo\ de\ Operacion = \text{Salario del operador} + \text{Salario del ayudante}$$

Nota: En los costos cabe resaltar que están incluidos los parafiscales y la seguridad social de los dos trabajadores.

- **Consumo de combustibles**

El tipo y condiciones del trabajo influyen notoriamente en el consumo de combustibles. El cálculo exacto de este consumo puede hallarse en el área de trabajo, hojas de registro, libros de obra, récord, etc. Si no se cuenta con este dato para establecer los consumos, se pueden tomar las cifras que publica la casa fabricante.

- **Lubricantes y accesorios**

Al igual que el consumo de combustible, las condiciones del trabajo influyen en el consumo de los lubricantes. Este consumo incluye: aceites para motor, transmisión y fluido hidráulico, grasa y todos los filtros. Las hojas de registro son las mejores fuentes de datos para establecer los consumos, pero se pueden usar también para

su cálculo las recomendaciones de las casas fabricantes de acuerdo a los intervalos de lubricación, filtros, etc., que se influyen en los manuales del operador.

Para determinar el costo hora de los equipos especiales de desgaste, se calcula el costo total de las piezas y se divide por la vida útil:

$$Valor\ accesorios\ de\ cambio = \frac{Valor\ total\ del\ articulo}{Vida\ util\ en\ horas}$$

2.2.6. Excavadora Caterpillar 320D

La máquina objeto de estudio es la EXCAVADORA CATERPILLAR 320D modelo 2009, en la Tabla 3 – Informe Excavadora 320D se muestra un resumen del Informe de Maquinaria emitido por la Cámara Colombiana de Infraestructura.

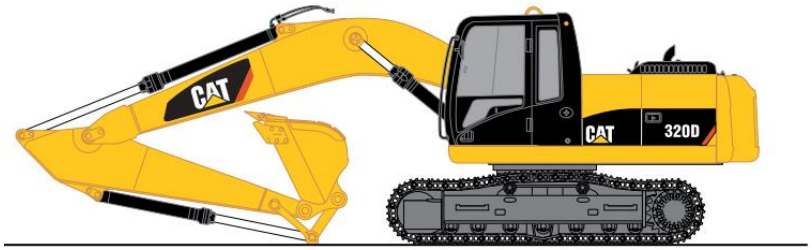
Tabla 3 – Informe Excavadora 320D

Categoría	EXCAVADORAS HIDRÁULICAS
Subcategoría	Excavadoras hidráulicas sobre orugas
Fabricante	Caterpillar
Modelo	320D
Año	2009
Precio ($USD)	$ 167.954,00
Precio ($COL)	$ 450.295.991,00
TRM	$ 1.831,00
Peso	44.700 lb
Tipo de Motor	Diesel
Valor Llantas	$ -
Potencia Neta (HP)	138
Capacidad Cubo/Cuchara	1,31 yd^3 = 1,00 m^3
Longitud Total (m)	9,4
Operario	$ 12.607,00
Ayudante	$ 5.377,00
Mano de Obra	$ 17.984,00

Elaboración propia basado en Informe de Maquinaria de la Cámara Colombiana de Infraestructura Año 2009[7]

[7] CÁMARA COLOMBIANA DE INFRAESTRUCTURA. Revista Infraestructura y desarrollo Revista No. 29 Mayo – Junio 2009 [en línea] http://www.infraestructura.org.co/revistacci/29/RevistaID29.pdf [Citado en 26 de Febrero de 2015]

Imagen 3 – Esquema de la Excavadora Hidráulica



Tomado de Catalogo Excavadora Hidráulica CAT 320D

Se muestran a continuación los gastos en insumos que representa la maquina por hora trabajada.

Tabla 4 – Insumos por hora trabajada

	Precio ($/gal)	Consumo (gal/hr)	Desperdicio (10%)	Valor ($/hr)
ACPM	$ 6.750,00	3,59	0,359	$ 26.655,75
GASOLINA	$ 7.758,00	0,15	0,015	$ 1.280,07
ACEITE MOTOR	$ 39.600,00	0,08	0,008	$ 3.484,80
ACEITE TRANSMISIÓN	$ 44.000,00	0,03	0,003	$ 1.452,00
ACEITE HIDRÁULICO	$ 50.500,00	0,02	0,002	$ 1.111,00
GRASA	$ 6.017,00	0,15	0,015	$ 992,81
TOTAL				**$ 34.976,43**

Elaboración propia basado en Informe de Maquinaria de la Cámara Colombiana de Infraestructura Año 2009.

Cabe aclarar que estos gastos se deben ajustar con las condiciones actuales del precio de los insumos, teniendo en cuenta que el informe mencionado fue elaborado en el año 2009.

Tabla 5 – Costos de la Excavadora

Filtros:	$ 699.232,00	**Reparaciones:**	$ 27.862,06
Costos de Propiedad:	$ 4.814.565,00	**Costo de Operación:**	$ 87.799,95
Tarifa Directa Horaria:	$ 135.945,60	**Tarifa Directa Diaria:**	$ 978.808,33
Tarifa Directa Semanal:	$ 2.918.696,14	**Tarifa Directa Mensual:**	$ 10.215.436,48

Elaboración propia basado en Informe de Maquinaria de la Cámara Colombiana de Infraestructura Año 2009.

A continuación se muestra los rendimientos para la Excavadora 320D según el tipo de trabajo que relaciona el fabricante en el catálogo de la máquina.

Tabla 6 – Rendimiento de la Excavadora 320D según el Tipo de Trabajo

MODELO	POTENCIA (HP)	TIPO DE TRABAJO	CAPACIDAD DEL CUCHARON	RENDIMIENTO
CAT 320D	138 HP	Excavación en tierra	1,31 yd^3 o 1,00 m^3	100 m^3/hr
		Excavación en Material Heterogéneo		**70 m^3/hr**
		Excavación en Roca con voladura		40 m^3/hr

Elaboración propia basada en catálogo del fabricante.[8]

Como se describe a continuación el materia que trabaja la maquina es un material heterogéneo, por lo anterior el rendimiento estándar que se tendrá en cuenta para esta investigación es de setenta metros cúbicos por hora **(70 m^3/hr).**

2.2.7. Tipos de Materiales a los cuales se sometió la Máquina en la Remoción del Material

4.1.7.1. Gradación

Este término se refiere al tamaño de las partículas, las cuales componen una muestra de tierra o material. De acuerdo al tamaño y forma, las partículas de tierra exhiben otras ciertas propiedades físicas las cuales pueden ayudar a la remoción o impedirla.

A continuación se muestra la clasificación del suelo en función de la granulometría:

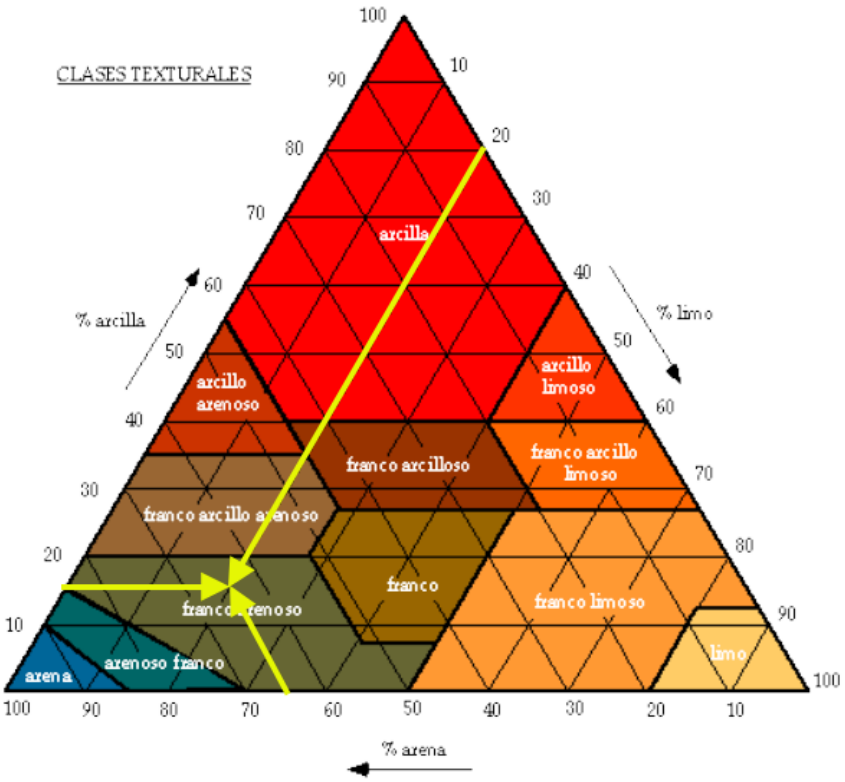
Fracciones:

Arena: 65%
Limo: 20%
Arcilla: 15%

Obteniéndose un suelo de clasificación Franco arenoso

[8] CATERPILLAR, Catalogo Excavadora Hidráulica CAT 320D

Imagen 4 – Clasificación Textural del Suelo



Elaboración propia según fracciones granulométricas.

El Porcentaje de Humedad registrado en el laboratorio de suelos fue del 18%

El porcentaje de expansión es un factor importante en la excavación ya que no se puede hablar del mismo volumen compacto o suelto; para calcular la expansión del material se debe tener en cuenta el tipo de material que se va emplear ya que es necesario saber el peso específico:

$$\%\ expansión\ del\ material = \frac{peso\ especifico\ del\ material}{peso\ especifico\ suelto} \times 100$$

Por ser material removido es un material areno arcilloso el porcentaje de expansión es el 1,3%.

Los resultados anteriormente nombrados son emitidos por SUCECON Laboratorios y los resultados producto de los ensayos se encuentran en el Anexo xx – Ensayo de Laboratorio.

2.2.8. Maquinaria y Rendimientos

Para hablar del rendimiento de la maquinaria utilizada en el proceso de elaboración de la estructura de un eje vial, se debe hablar de los principios en que se basa sus funcionamientos, las formas de obtener sus rendimientos y los factores que afectan a los mismos. Para comprender mejor lo anterior es recomendable considerar algunos conceptos manejados en maquinaria pesada:

2.2.8.1 Conceptos Utilizados en Maquinaria

- **Potencia:** Es energía de acción, o la capacidad de ejecutar un trabajo a una velocidad determinada. Se requiere potencia para empujar o jalar una carga.
- **Potencia disponible:** Es la suministrada por la máquina para ejecutar cierta cantidad de trabajo, es decir, la capacidad que tiene una máquina para desarrollar un trabajo específico a una velocidad determinada.
- **Potencia utilizable o necesaria**: Es la mínima capacidad que tiene que desarrollar una máquina para un trabajo específico considerando las restricciones impuestas por las condiciones del trabajo.
- **Fuerza tractiva o rimpull:** Es la fuerza que genera que el vehículo mediante sus fuerzas motrices o de coeficiente de tracción multiplicada por el coeficiente de tracción.

El estudio de las diferentes clases de potencia y los factores que afectan a cada una de ellas, nos da a conocer las razones de que una máquina pueda o no ejecutar un trabajo específico.

2.2.8.2. Factores que influyen en el Rendimiento

Resistencia al rodamiento:

Es la fuerza que opone el terreno al giro de las ruedas. El vehículo no se moverá mientras no se venza esta fuerza. Esta resistencia se mide en kilogramos y la fuerza necesaria para vencerla se expresa en kilogramos de tracción. Depende del tipo de suelo y del inflado de los neumáticos (cuando sea el caso).

Resistencia por pendiente:

Debido a la fuerza de gravedad que actúa sobre el vehículo, la inclinación del terreno ofrece resistencia al movimiento de la máquina en el ascenso. Esta resistencia se mide también en kilogramos. Al descender una pendiente, la fuerza de gravedad es favorable y se denomina ayuda en pendientes (cuando sea el caso).

Eficiencia de operación:

Es el porcentaje de tiempo que la maquina efectivamente trabaja durante las nueve horas que dura la jornada. Este factor lo determina cada empresario o contratista y por lo general es de 5/6 que significa que la máquina trabaja 50 de cada 60 minutos (0.83).

Condiciones climáticas:

Las horas de trabajo efectivas de un equipo se ven afectadas por la lluvia, viento y condiciones climáticas desfavorables.

Efectos de la altura sobre el nivel del mar:

Debe tomarse en cuenta que al aumentar la altura sobre el nivel del mar, disminuye la presión atmosférica y baja la potencia de todo motor de aspiración natural. Lógicamente, se reduce la fuerza de tracción del vehículo.

Al estimar el rendimiento, el factor de eficiencia en el trabajo es uno de los elementos más complicados, pues depende de los factores humanos (de parte de la administración y de los operadores) tales como la experiencia, la dedicación, disponibilidad y destreza para efectuar determinada labor. Existen factores que se aplican al calcular el rendimiento que dependen de la organización y tamaño de la obra, cuyos valores varían dependiendo de los criterios utilizados.

2.2.8.3. Calculo del Rendimiento de una Maquina

La eficiencia óptima de una maquina es la relación entre rendimiento y gastos que dé como resultado el costo más bajo posible por unidad de material movido. Influyen directamente en la productividad factores tales como la relación peso potencia, la capacidad el tipo de transmisión las velocidades y los costos de operación. Hay otros factores menos directos que influyen en el funcionamiento y productividad de las maquinas como la facilidad de servicio, la seguridad, la disponibilidad de piezas y las conveniencias para el operador, lo cual no es posible mostrarlos en tablas ni gráficas y dependerán del criterio y la experiencia de las personas relacionadas con el cálculo de estas productividades.

Existen varias maneras para llegar a conocer el rendimiento de una máquina, debiéndose tener el cuidado necesario para aplicar los valores obtenidos con cualquiera de ellos, pues varían unos respecto a otros. La mejor manera de conocer la producción de una máquina la determina la experiencia. A continuación citaremos tres de los caminos que se utilizan:

Procedimiento para Cálculo de Rendimiento:

a.) **Investigar directamente con un operador de confianza:** Tomando en cuenta las características de la máquina y de la obra. Este método es empírico y se basa únicamente en la experiencia. Debemos ser cuidadosos con la información obtenida por este medio, pues si bien son datos reales, no significa que sean confiables, pues el operador no toma en cuenta todos los factores que intervienen en el rendimiento.

b.) **Generando un banco de información en base a las obras ejecutadas anteriormente:** Esto es, basarse en datos históricos de la máquina. Puede resultar el más confiable de todos aunque hay que considerar las diferencias entre las obras ejecutadas anteriormente y la obra por realizar.

c.) **Consultar tablas y manuales del fabricante de la maquina:** Esta información es muy útil, sobre todo cuando no se tienen a la mano los datos de los dos primeros métodos mencionados. Debe tomarse en cuenta, sin embargo, que todos los datos se basan en un 100% de eficiencia en las operaciones, lo cual no es posible conseguir de modo consistente, ni aún en condiciones óptimas. Por lo tanto, al utilizar los datos sobre operación y productividad, es necesario rectificar los resultados de las tablas, usando factores adecuados a fin de compensar la menor eficiencia en lo obra, la habilidad del operador, las características del material, las condiciones de los caminos de acarreo, la altitud, y otros factores ya comentados que puedan reducir la producción en un trabajo determinado.

d.) Método general: El rendimiento depende básicamente de:

Capacidad volumétrica de la máquina

$$CV = \left(\frac{m^3}{ciclo}\right)$$

Tiempo del ciclo:

$$T = tf + tv$$

Dónde:

$$Tf = Tiempo\ Fijo$$
$$Tv = Tiempo\ Variable$$

Tiempo fijo: Es aquel que no cambia para un mismo tipo de máquina y trabajo (duración pequeña) maniobras, carga y descarga.

Tiempo variable: Es aquel que depende de la distancia a recorrer y de la velocidad.

Numero de ciclos por hora:

$$NC = 60\left({}^{min}/_{hr}\right) = ciclos/hora$$

$$T\left({}^{min}/_{ciclo}\right)$$

Rendimiento teórico:

$$RT = CV\left({}^{m^3}/_{ciclo}\right) = NC\left({}^{ciclo}/_{hr}\right) = {}^{m^3}/_{hr}$$

Resumen de eficiencias:

$$RE = \frac{Producto\ de\ factores}{Factor\ de\ abundamiento}$$

Factores:

- Factor de abundamiento
- Factor por tipo de suelo
- Factor por tipo de trabajo o factor de acarreo
- Factor por pendiente
- Factor por operación o tiempo efectivo
- Factor por tipo de operador
- Factor de carga

Es lógico pensar que no todos los factores se aplican a todas las maquinas. Deben seleccionarse de acuerdo a las condiciones de trabajo que se presenten para cada una de ellas.

Tiempo o Duración del Ciclo

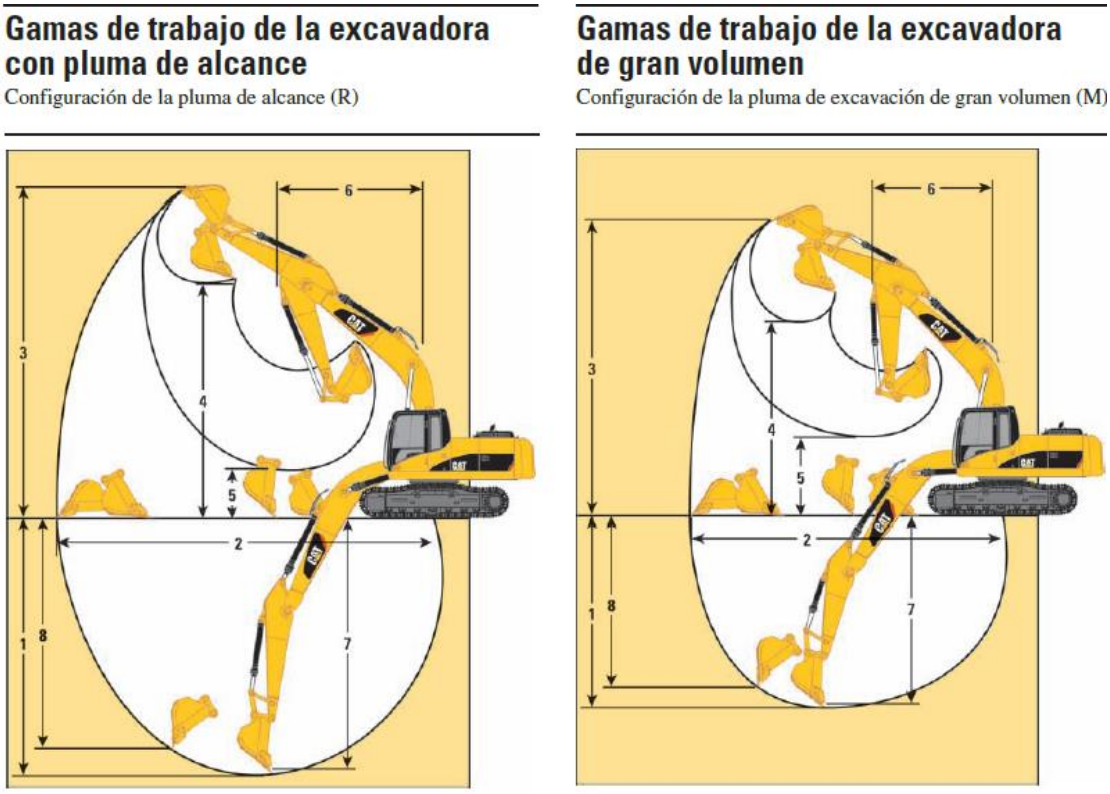
¿Cuánto tiempo se requiere para hacer el trabajo?

¿Cuántos minutos invierte una maquina en hacer un viaje de ida y vueltas?

El tiempo necesario para hacer un viaje de ida y vuelta se denomina ciclo. En cualquier trabajo de movimiento de tierras o pavimentación, las maquinas se adaptan a un ciclo de trabajo determinado. En este ciclo están incluidas las operaciones de carga, acarreo, descarga y retorno al lugar original, con algunas variaciones en ciertos casos. El tiempo de ciclo es el que interviene una máquina para llevar a cabo todas estas operaciones.

Para el proceso constructivo que nos dedicaremos a describir, las operaciones de carga, acarreo, descarga y retorno al lugar original, corresponden al ciclo de un careador frontal y un camión de volteo. En el caso de plantas de asfalto, compactadores y expendedoras, se utilizan otros criterios para determinar ciclos y rendimientos.

Imagen 5 – Descripción gráfica del ciclo de la Excavadora según la gama del trabajo



Tomado de Catalogo Excavadora Hidráulica CAT 320D

Una vez que se planea una obra de pavimentación y se inicia el trabajo, es relativamente simple determinar el tiempo de ciclo para cualquiera de las unidades con solo medir varias veces el tiempo invertido por la máquina en un ciclo completo y luego obtener el término medio. ¿Qué método puede emplearse si no se ha comenzado el trabajo? Este es el problema que tiene que resolver un contratista que está preparando una oferta para hacer cierto trabajo, o posteriormente cuando trata de idear el plan más adecuado para la ejecución del trabajo y la mejor utilización posible de su equipo. Es factible también que sus cálculos demuestren la necesidad de obtener más máquinas para ejecutar el trabajo. Conociendo la capacidad de una máquina, los requerimientos de potencia y las limitaciones que hay en una obra, el contratista puede determinar, con bastante exactitud, el tiempo de ciclo de la máquina. Con esta información le será posible calcular el rendimiento.

Tal vez la razón más importante para calcular el tiempo de ciclo es la posibilidad de reducirlo por medio del mejor planeamiento u organización del trabajo. Recuérdese que "el tiempo es oro", pues las horas que se economizan en una obra con maquinaria pesada aumentan las ganancias netas. El tiempo de ciclo, como ya se

mencionó consiste de dos partes: tiempo fijo y tiempo variable. El tiempo fijo es el que invierte una máquina, durante el ciclo, en todo aquello que no sea acarreo y retorno. Incluye el tiempo para cargar, descargar y maniobrar en el curso del trabajo. Todos estos tiempos son más o menos constantes, sea cual sea la distancia a que se lleve o acarree el material.

El tiempo variable es el que se necesita para el acarreo, o, en otras palabras, el tiempo invertido en el camino acarreando el material y regresando vacío, y varia con la distancia a recorrer y la velocidad de las maquinas.

La razón para considerar el tiempo de ciclo en dos partes, es que este sistema simplifica enormemente el procedimiento de cálculo. Por ejemplo, en los cargadores frontales, el tiempo para cargar, descargar, retornar, hacer los cambios de velocidad, frenar, etc., es casi siempre constante y no hay razón para calcular por separado el tiempo de cada unidad, a no ser que existan circunstancias especiales.

Un ciclo de trabajo está compuesto por todas las maniobras que se tengan que hacer empleando diferentes tiempos, que se pueden considerar de la siguiente manera:

- Tiempo en cargar el cucharon
- Tiempo empleado en elevar y efectuar un giro para poner el cucharon en posición de descarga
- Tiempo de maniobra
- Tiempo de regreso del cucharon para ponerse en su posición inicial o de ataque para efectuar la carga.

2.2.9. Teoría del Rendimiento de la Maquinaria de Construcción Vial

Uno de los componentes en el proceso constructivo y que aparece como una de las variables que afectan la productividad, buscando mejorar la competitividad, es la operación de la maquinaria de construcción vial, por lo que se hace necesario conocer los diferentes factores que la afectan, clasificándolos y determinando una metodología para medir su afectación en los rendimientos de operación de maquinaria de construcción vial.

Definición de Rendimiento de operación de maquinaria de construcción vial:

Se define, como la cantidad de material que mueve, transporta, compacta o instala una máquina de construcción vial, maniobrada por un operario calificado, debidamente certificado por el SENA, de acuerdo a la máquina que esté trabajando,

normalmente el rendimiento se expresa como la cantidad de actividad realizada por unidad de tiempo[9].

Factores que afectan los rendimientos

Cada proyecto de construcción vial se realiza en diversas condiciones, intervenido por diferentes factores que influyen positiva o negativamente en los rendimientos, los cuales se enuncian a continuación.

Economía General

Factor que manifiesta la situación económica del área en donde se desarrolla el proyecto, considerando aspectos tales como: las tendencias y resultados de los negocios en general, el volumen de la construcción y la situación del empleo, aspectos que permitirán concluir si la economía general es buena o excelente, en cuyo caso la productividad tiende a rebajar, debido a la difícil consecución de buena mano de obra, recurriendo a personal inexperto. Con una economía en estados normales, la productividad tiende a mejorar, ya que bajo condiciones normales se facilita el alcance de personal calificado para realizar labores de supervisión y ejecución de las actividades,

La economía general en la que se desarrolla el proyecto, produce una reacción en cadena con las otras seis categorías, por lo tanto este aspecto debe ser considerado cuidadosamente.

Aspectos Laborales

Se observa una importante concomitancia entre las condiciones laborales y la productividad de la operación de la maquinaria de construcción vial que se adelanta en el proyecto.

Tipo de contrato

El sistema de subcontratación a destajo favorece el rendimiento en obra, en comparación con el sistema de contratación por día laborado (personal de obra por administración).

[9] BOTERO B., Luís Fernando. Análisis de Rendimientos y Consumos de Mano de Obra. Revista Universidad EAFIT No. 128, 2002. Pág. 11

Sindicalismo

Un sindicalismo mal orientado, contribuye negativamente en la eficiencia del operador de la maquinaria de construcción vial.

Compensaciones

Una clara y equitativa política de compensaciones para los operadores, aumenta el rendimiento y la productividad de la maquinaria empleada en la obra.

Ambiente Organizacional

Las relaciones afables entre compañeros, personal obrero y jefes, sumado a un ambiente de trabajo con condiciones en las que se tengan en cuenta el factor humano, garantizan un mejor desempeño de la operación de la maquinaria de construcción.

Clima

Cuidadosamente se deben analizar los antecedentes del estado del tiempo en el área de proyecto, procurando intervenir la obra en las mejores condiciones climáticas, durante el periodo de ejecución de la misma, lo anterior contribuye positivamente en la obtención de mejores rendimientos.

Condiciones del suelo

La excesiva precipitación desestabiliza los suelos, afectando el buen desempeño de las maquinas.

Cubierta

Los trabajos bajo cubierta temporal y puntual, favorecen el rendimiento de la operación de la maquinaria utilizada en la obra.

Actividad

La especificidad, las relaciones, el plazo de ejecución, los medios y el entorno general de la obra, pueden afectar los rendimientos de la operación de la maquinaria de construcción. Los principales factores dentro de esta categoría son los siguientes:

Grado de dificultad

Un alto grado de dificultad, disminuye la productividad en obra

Riesgo

El peligro en obra, disminuye el rendimiento.

Discontinuidad

La no continuidad de las actividades, disminuye la productividad de la operación de la maquinaria de construcción vial, generando atrasos en la programación de obra.

Orden y aseo

Obras en sitios limpios y organizados, favorecen la productividad de la maquinaria de construcción vial.

Actividades predecesoras

La calidad y seguridad del área de maniobra, intervienen en los rendimientos de la operación de la maquinaria de construcción vial.

Tipicidad

Los rendimientos se ven afectados positivamente si existe un alto número de repeticiones de actividades iguales, ya que facilita al operario de maquinaria de construcción vial, desarrollar una curva de aprendizaje.

Tajo

Tajo se refiere al área o lugar de trabajo, entonces adelantar procesos constructivos en espacios pequeños o incómodos, disminuye el rendimiento de la máquina de construcción.

Herramientas Maquinaria y Equipo

Habilitar un adecuado equipo, maquinaria y herramientas, para llevar a cabo las diferentes tareas, con un mantenimiento preventivo y oportuna reparación, suministro de combustible y elementos de protección, afectan el rendimiento de la operación de la maquinaria.

Supervisión

Se refiere al empleo de una metodología para ejercer vigilancia sobre las actividades relacionadas con el cumplimiento a tiempo de las condiciones técnicas y económicas pactadas entre quien ordena y financia la obra y quien la ejecuta a cambio de un beneficio económico.

Una buena supervisión aumenta considerablemente la productividad esperada[10].

Recursos Humanos

Los aspectos personales del operario deben considerarse, ya que afectan su desempeño. Los factores como la situación personal, el ritmo de trabajo, las competencias laborales y el compromiso contribuyen decididamente sobre el rendimiento de la maquinaria de construcción vial.

2.2.10. Rendimiento y Productividad de Las Excavadoras

Los factores que deben tomarse en cuenta para el cálculo del rendimiento son:

- Tipo de material
- Profundidad real del corte
- Angulo de giro
- Dimensión del equipo frontal
- Eficiencia del operador
- Condiciones del equipo *y* obra
- Capacidad del cucharon

Por lo tanto la fórmula con que se calcula el rendimiento teórico de estas máquinas es:

$$R = \frac{(3600) Q\ E\ K\ (0.764)}{T * F.V.}$$

Dónde:

$$R = Rendimieno\ en\ {}^{m^3}/_{hr}\ medidos\ en\ banco$$
$$Q = Capacidad\ o\ volumen\ del\ cucharon$$
$$E = Factor\ de\ rendimiento\ de\ la\ maquina$$
$$K = Factor\ de\ llenado\ del\ cucharon$$
$$F.V. = Factor\ de\ abundamiento$$
$$T = Tiempo\ de\ convergencia\ de\ unidades\ de\ hora$$

El factor de llenado del cucharon depende de las dimensiones y capacidad del cucharon.

---

[10] LA SUPERVISIÓN DE OBRA [en línea] <www.ingenieria.uady.mx/revista/volumen8/lasupervision.pdf> [citado en 13 de febrero de 2015]

Productividad de la operación de la maquinaria de construcción vial

La operación de la maquinaria de construcción es un recurso activo que se requiere en un proceso constructivo y que, determina de manera directa, el tiempo de duración del mismo. La productividad de la operación de la maquinaria y equipos de construcción vial, indica la cantidad de material que mueve, transporta, compacta o instala una máquina o equipo, maniobrada por un operario calificado, debidamente certificado e indica la cantidad de obra ejecutada por una máquina en una actividad definida, en un período de tiempo[11].

[11] MERCADO R. Ernesto. Productividad base de la Competitividad. México: Editorial LIMUSA S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. 1998. 400p.

2.3. MARCO GEOGRÁFICO

El proyecto denominado CARICARE se encuentra ubicado en el Departamento de Arauca, el cual se encuentra situado en el extremo nordeste del territorio nacional, en el norte de la región de la Orinoquía colombiana, localizado entre los 06º 02` 40" y 07º 06` 13" de latitud norte y los 69º 25` 54" y 72º 22` 23" de longitud oeste. Cuenta con una superficie de 23.818 km² lo que representa el 2.1 % del territorio nacional. Limita por el Norte con el río Arauca que lo separa de la República de Venezuela, por el Este con la República de Venezuela, por el Sur con los ríos Meta y Casanare, que lo separan del departamento del Vichada y Casanare, y por el Oeste con el departamento de Boyacá.

Imagen 6 – Mapa político Colombiano



Tomado de Colombia Sin Palabras[12]

[12] COLOMBIA SIN PALABRAS, Mapas de Colombia [en línea] <http://www.colombiasinpalabras.com/2012/08/mapas-de-colombia.html> [Citado el 1 de abril de 2015]

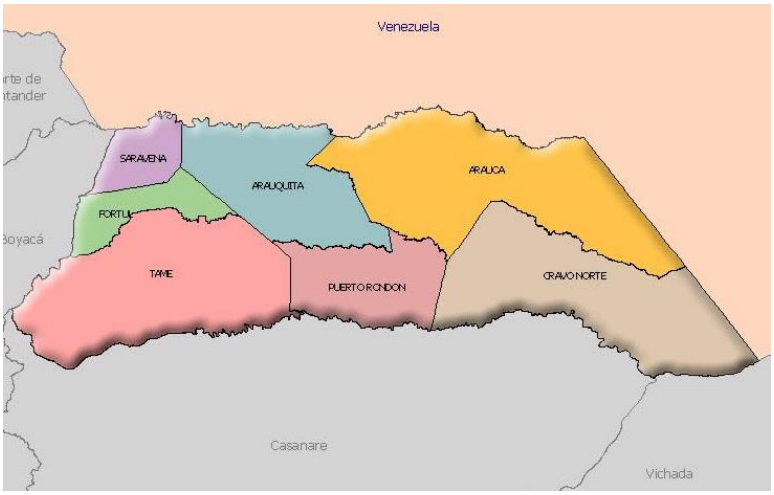
2.3.1. Datos Generales del Departamento de Arauca

Superficie: 23.818 km²
Altitud: 343 msnm
Población: 281.435 Habitantes[13]
Densidad: 11.82 Hab/Km²
Capital: Arauca – 90.548 Habitantes[14]
Clima: Pisos Térmicos Cálidos

2.3.2. División Administrativa - Arauca

El departamento de Arauca está dividido en 7 municipios: Arauca, ciudad capital, Arauquita, Cravo Norte, Fortul, Puerto Rondón, Saravena y Tame; un corregimiento, 77 inspecciones de policía, así como, numerosos caseríos y sitios poblados. Los municipios están agrupados en 5 círculos notariales, con un total de 5 notarías; un círculo principal de registro, con sede en Arauca y jurisdicción sobre todo el departamento, pertenece al distrito judicial, Villavicencio, con 11 cabeceras de circuito judicial en Villavicencio, Acacías, Granada, Puerto López, San Martín, Arauca (Arauca), Saravena (Arauca), Mitú (Vaupés), Puerto Carreño (Vichada), Puerto Inírida (Guainía) y San José del Guaviare (Guaviare). El departamento forma parte de la circunscripción electoral del Meta.

Imagen 7 – División Administrativa del Departamento de Arauca



Tomado de Ola Política[15]

[13] Proyección DANE Informe 2005, Población Total del Departamento de Arauca
[14] Ibíd., Población de la Capital del Departamento de Arauca, Arauca
[15] OLA POLÍTICA, en la cresta de la opinión [en línea] <http://www.olapolitica.com/content/arauca-vibr%C3%B3-por-la-paz> [citado en 1 de abril de 2015]

2.3.3. Fisiografía – Departamento de Arauca

El relieve del departamento de Arauca, está constituido por tres conjuntos morfológicos; la cordillera Oriental, el piedemonte y la llanura aluvial. La cordillera Oriental en el occidente, representa aproximadamente la quinta parte de la superficie departamental y comprende elevaciones desde los 500 m en límites con el piedemonte, hasta los 5.380 m en la Sierra Nevada del Cocuy; se caracteriza por las altas montañas, páramos cubiertos por pajonales y frailejones, pendientes abruptas, fuertemente disectadas y vertientes bajas con bosque subandino, en la siguiente imagen se muestra a lado derecho del territorio colombiano como atraviesa la cordillera oriental.

Imagen 8 – Mapa orográfico de Colombia



Tomada de Infojardín[16]

La formación orográfica más destacada es la Sierra Nevada del Cocuy, la cual tiene entre sus accidentes más notables los cerros de La Plaza, La Piedra, El Diamante, Los Altos, Nievecitas y Los Osos, y las cuchillas (Altos) Altamira y El Salitre. El área

[16] INFOJARDÍN, Cordillera Oriental [en línea] http://www.infojardin.com/foro/showthread.php?t=12159&page=3 [citando en 1 de abril de 2015]

de piedemonte está conformada por conos, abanicos aluviales y terrazas de relieve a plano inclinado, cubierta vegetación de sabana y bosque ecuatorial. Por último, la llanura aluvial que se extiende desde el piedemonte hasta los límites con la República de Venezuela, el modelado es de terrazas y llanuras aluviales de desborde cubierta por vegetación de sabana inundable y por bosque de galería en las vegas de los ríos y caños.

2.3.4. Hidrografía – Departamento de Arauca

La red hidrográfica del departamento de Arauca es extensa; todo el sistema fluvial desagua en dirección occidente - oriente hacia el Orinoco a través de los ríos Arauca, Casanare, Tocoragua, Tame, Cravo Norte, Ele, Lipa, San Miguel y el conjunto Negro – Cinaruco, además cuenta con numerosas quebradas, caños y lagunas.

2.3.5. Clima – Departamento de Arauca

Los vientos alisios del noreste y del sureste, el desplazamiento de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y la cordillera Oriental son los factores principales que determinan el comportamiento climático en el departamento de Arauca. La faja longitudinal entre el piedemonte y el flanco oriental entre 1.000 y 2.000 m sobre el nivel del mar es el área más lluviosa; su precipitación alcanza hasta 4.000 mm anuales, en contraste con las áreas de menor lluviosidad, las cuales se ubican en alturas superiores a 4.000 m sobre el nivel del mar en la Sierra Nevada del Cocuy y en el sector oriental del departamento, donde la precipitación anual es menor de 1.500 mm.

El régimen de lluvias es básicamente monomodal, con una temporada de lluvias que comprende los meses de marzo a noviembre. En el territorio se encuentran los pisos térmicos cálido, templado, frío y nival. Comparte con el departamento de Boyacá el parque nacional natural de El Cocuy.

2.3.6. Actividades Económicas – Arauca

La economía de Arauca se basa principalmente en la explotación petrolera, la ganadería, la agricultura, los servicios y el comercio. La importancia del petróleo se refleja en su aporte al PIB departamental, el cual depende en gran medida de dicha actividad. La actividad ganadera se centra en la cría, levante y engorde de vacunos; su comercialización se dirige hacia Puerto López, Bucaramanga y Cúcuta.

La producción agrícola se destina principalmente a satisfacer la demanda local. Entre los cultivos se destacan el plátano, cacao, maíz tradicional, yuca, arroz secano

mecanizado, café, caña panelera y fríjol. La pesca de bagre, bocachico y cachama constituye un renglón de cierta importancia; su producción se distribuye hacia Cúcuta, Bucaramanga, Ibagué, Cali y Santafé de Bogotá D.C.

Imagen 9 – Actividad Económica Araucana



Tomada de Toda Colombia

2.3.7. Vías de Comunicación – Arauca

El departamento de Arauca cuenta con una red de carreteras y carreteables que conecta a las diferentes localidades entre sí. El tramo que comunica los departamentos de Casanare y Arauca hasta su capital, pasando por Tame, se encuentra en buen estado; de éste se desprende una serie de ramales que conducen a Saravena y Puerto Rondón; del municipio de Arauca salen 3 vías que conducen al centro del departamento, a Cravo Norte y a la República de Venezuela.[17]

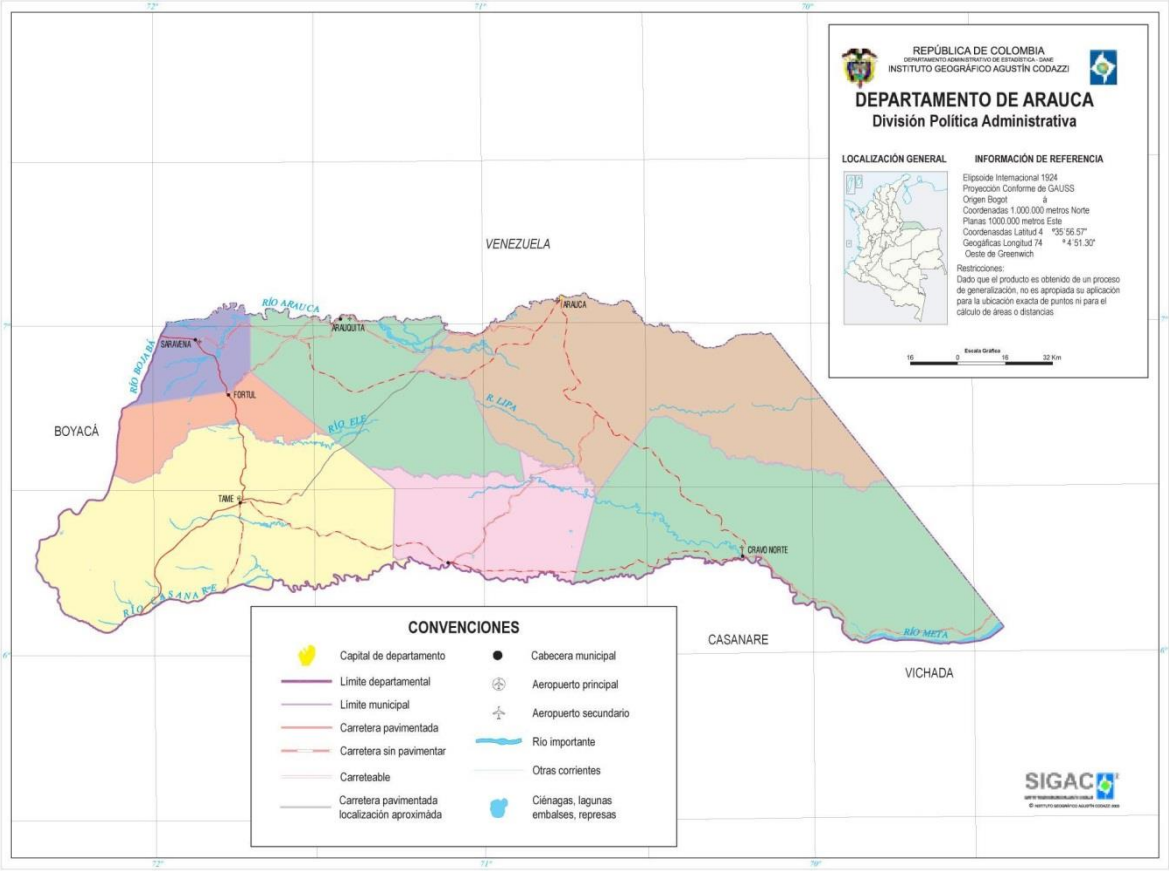
La vía fluvial es el modo de transporte entre los poblados menores o de transporte de carga mayor hacia los centros de acopio del departamento; los ríos Cauca, Casanare y Meta permiten la navegación por embarcaciones medianas y mayores con algunas restricciones; los municipios de Arauca en el río Arauca y Cravo Norte en el Casanare son sede de inspecciones fluviales. Existen 6 aeropuertos en los municipios de Arauca, Arauquita, Cravo Norte, Puerto Rondón, Saravena y Tame, además de numerosas pistas de aterrizaje.

[17] TODA COLOMBIA. Departamento de Arauca [en línea] <http://www.todacolombia.com/departamentos/arauca.html> [citado en 30 de marzo de 2015]

2.3.8. Panamá, Arauquita, Arauca

El área geográfica en la cual se centra esta investigación es en el departamento de Arauca; a 45 kilómetros de su capital que lleva su mismo nombre, en la vereda Panamá en el municipio de Arauquita.

Imagen 10 – División Política de Arauca



Tomada de ZONU, mapas y fotos satelitales del mundo[18]

En este mapa se evidencia la notable urgencia en la intervención de rehabilitación de vías regionales a la capital araucana ya que en su mayoría presentan mal estado en su estructura.

Exactamente en esta vereda se están realizando intervenciones de rehabilitación a la red vial que la conecta con la capital. Dichas rehabilitaciones las realiza

[18] ZONU, Mapas y Fotos Satelitales del Mundo [en línea]<http://www.zonu.com/fullsize2/2009-09-17-5873/Departamento-de-Arauca-2003.html> [citado en 4 de abril de 2015]

Constructora MARPRA S.A.S., la excavadora Caterpillar 320D, maquina objeto de estudio, se encuentra ejecutando las actividades de excavación en este proyecto.

Imagen 11 – Foto Satelital de la Vereda Panamá



Tomada de Google Earth

En la vereda de Panamá se está realizando la rehabilitación de la vía que intercomunica a este poblado con la capital araucana y con veredas aledañas con el fin de facilitar una mayor comunicación comercial, turística y ganadera de las regiones araucanas.

Imagen 12 – Trazado de la vía en rehabilitación



Tomada de Google Earth

2.4. MARCO LEGAL

En la siguiente tabla se relaciona de forma muy general las normas que rigen la utilización de maquinaria pesada en proyectos viales y su transporte.

Tabla 7 – Normas generales para el uso de Maquinaria Pesada

NORMA	AÑO	DESCRIPCIÓN
Resolución 463	1999	Manual para el Manejo del Tránsito por Obras Civiles en Zonas rurales
Ley 769	2002	Código Nacional de Tránsito Terrestre Automotor, Artículos 68, 69, 70, 76, 101, 102, 127 y 131
Decreto 112	1994	Lineamientos para el Tránsito de Vehículos de Carga e Industriales en el área rural
Resolución 1050	2004	Manual de Señalización Vial. Ministerio de Transporte.
Resolución 5866 INVIAS	1998	Manual sobre Dispositivos para la Regulación del Tránsito en Calles y Carreteras
Ley 769 - Resolución 4959	2002 - 2006	Se fijan los requisitos y procedimientos por parte del Ministerio de Transporte, para conceder los permisos al transporte de carga, ya sean o no indivisibles, extra pesadas y extra dimensionadas y las especificaciones de los vehículos destinados a esta clase de transporte.

Elaboración propia según normas encontradas.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. LÍNEA

Vías y transportes para el desarrollo de la infraestructura física regional sostenible, la competitividad y el desarrollo económico y social: VITRA-UGC.

3.1.1 Sublínea

Construcción de vías. Aplicación de equipos, mano de obra, materiales y costos relacionados con la conservación, mantenimiento y mejoramiento vial.

3.2. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque de la presente investigación es Cuantitativa, ya que se requiere realizar una recolección de datos, como lo son las horas de trabajo diario de la máquina en la obra, el consumo de combustible, el tipo de material que está removiendo, ya sea una arena, grava o arcilla, y el volumen que excavo a diario la máquina.

También se debe tener en cuenta que se tiene como base la Ficha Técnica del fabricante para dar un resultado mejor acerca del rendimiento y productividad de la máquina.

Por otro lado, se realiza un análisis estadístico que requiere de un período de seis (06) semanas de seguimiento, treinta y cinco (35) días, teniendo en cuenta las condiciones climáticas y novedades que se presentaron en la ejecución del trabajo de excavación y remoción puntual.

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación para este estudio es de tipo comparativo, ya que a partir de la información que brinda el fabricante y los datos tomados en campo se obtienen unos parámetros que nos sirven para corroborar si son mejores que los datos estandarizados por la ficha técnica, si en realidad cumplen con los mínimos requeridos o si por el contrario no cumplen ni con el estándar ni con los mínimos requeridos. [19]

Esta investigación también abarca el tipo descriptivo ya que a partir de conceptos y teorías que se aplican en la toma y análisis de datos diarios, en un lapso de tiempo,

[19] METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO [en línea] <http://www.mitecnologico.com/Main/Metodologia-InvestigacionDeCampo> [citado en 7 de marzo de 2015]

para determinar, cuáles son los factores que conllevan a un bajo rendimiento del equipo.

3.4. VARIABLES

Tabla 8 – Definición de Variables

CLASE	DEFINICION	UNIDAD DE MEDIDA
INDEPENDIENTE	HORA NETA: Define la cantidad de horas trabajadas por la maquina en un día.	HORAS (hr)
INDEPENDIENTE	VOLUMEN EXCAVADO: Define la cantidad de material removido en un periodo determinado.	METRO CÚBICO (m^3)
DEPENDIENTE	RENDIMIENTO: Define cuanto material se remueve en un periodo de tiempo definido.	METRO CÚBICO POR HORA (m^3/hr)
DEPENDIENTE	PRODUCTIVIDAD: Define lo que se necesita de una hora para mover un metro cubico de material, es directamente inversa al rendimiento.	HORA POR METRO CÚBICO (hr/m^3)

Elaboración propia.

3.5 INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS

3.4.1. Formato de Campo

Se construyó un formato para agilizar y facilitar la recolección de dato el cual comprende un único formato diseñado para tomar información de la fuente primaria y aborda los siguientes temas[20]: Nombre de la Empresa Constructora, de la Obra, Descripción de la Actividad, Cantidad, Tiempo Programado, Unidad de Medida, Tipo de Contrato, Equipo utilizado, Período de seguimiento (inicio y terminación), Cantidad de Personal (Operario, ayudante y mecánico), Volumen de obra excavada, Horas netas trabajadas, Rendimientos y Productividad de la mano de obra. En el Anexo 1 – Formato de Campo se encuentra el diseño del formato utilizado para la toma de datos.

3.4.2. Lecturas

Una cuidadosa revisión del estado del arte, permitió conocer documentos importantes, relacionados con el tema como: Folleto Excavadora 320D Caterpillar – SCRIBD, PORTAFOLIO – Retroexcavadora de Orugas CAT 320D, CONSTRUCTION PLANNING, EQUIPMENT, AND METHODS, CATERPILLAR 320D en www.mytractor.es/excavaroras, www.maquinariaspesadas.org, Análisis de

[20] TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS. [en línea] <www.une.edu.ve/postgrado/intranet/-investigacion_virtual/estructura_proyecto.htm> [citado en 7 de marzo de 2015]

Rendimientos y Consumos de Mano de Obra en Actividades de Construcción, Seguimiento de la Productividad en Obra: Técnicas de Medición de Rendimientos de maquinaria y equipos de construcción vial, entre otros.

3.4.3. Software MINITAB

La información recolectada se dispuso en Excel para su posterior procesamiento en el software Minitab versión quince, obteniendo tablas y gráficos suficientemente ilustrativos.

3.4.4. Entrevistas a Profundidad

El tema de la referencia ha sido ampliamente debatido con ingenieros colegas como: Judy Perdomo Castro de la Firma CHAHER LTDA, Edgar Ballén dueño gerente de la Firma BALLEN B&Cia LTDA, Jaime Alfonso Díaz Moreno de la Firma CONALVIAS, Ronald Molina Sánchez de la Firma INACAR S.C.A., quienes manifestaron en general que la productividad en las obras civiles depende de diferentes y variados factores que deben estudiarse con sumo cuidado.

Adicionalmente se habló del tema con personas que conocen el problema entre los cuales se encuentran los Ingenieros Diego Mauricio Galán Echeverri, José Guillermo Galán Gómez dueños y gerentes de sus respectivas firmas, VÍAS y CANALES SAS y GAMA INGENIEROS SA, y Sandra Mahecha Tafur Directora de Obra de la localidad de Engativá de la Unidad de Mantenimiento Vial Entidad Estatal entre otros con quienes se trató el tema dados sus conocimientos y alta experiencia en la construcción de vías.

3.4.5. Observación

Se visitó el frente de obra en construcción, observando procedimientos constructivos, modalidades de contratación de los operarios, disposición de los patios de maniobras, movimiento de materiales e inventarios y por supuesto la obra relacionada con el tema de la investigación, Construcción de seis (6) kilómetros de vía ubicados en la Vereda Panamá en el Departamento de Arauca, Proyecto CARICARE, contrato adjudicado por la gobernación de Arauca a la Constructora MARPRA SAS.

3.5. FASES DE LA INVESTIGACIÓN

Las siguientes fases dan a conocer los criterios que se tiene en cuenta para la elaboración de un análisis del rendimiento y la productividad de la excavadora como una máquina de tipo pesado empleada en la construcción vial.

3.5.1. FASE 1: Evaluación de desempeño de la excavadora en remoción de material heterogéneo en la construcción de una vía

Partiendo del estudio de suelos facilitado por la firma contratista, se identificó el tipo de material en obra, determinando la resistencia al corte de dicho suelo y su capacidad portante con el fin de proyectar el rendimiento de excavación y la productividad de una retroexcavadora con una potencia de 138 HP de fuerza. Se determinó la productividad del ciclo “excavación-cargue” del material natural.

En el proceso de excavación se tomaron datos de remoción del terreno en formatos encontrados en el Anexo 2 – Formatos de Campo Diligenciado para así poder realizar un análisis estadístico del rendimiento operacional de la excavadora comparando lo hecho en obra con el par estándar.

- ✓ **Actividad 1**: Identificar el tipo de suelo in situ.
- ✓ **Actividad 2**: Toma de datos de remoción de material adelantado por la excavadora.
- ✓ **Actividad 3**: Realizar un análisis estadístico entre la productividad y el rendimiento en el ciclo de trabajo.

3.5.2. FASE 2: Análisis de costos vs utilidad de la excavadora 320D en la construcción de una vía

En la ficha técnica dada por los proveedores los costos de operación se manejan sistemáticamente por un uso ideal de la excavadora, pero en la práctica se reflejan de una manera diferente se encuentra actividades y gastos imprevistos como los sucedidos en el transcurso de la toma de datos en obra.

Se debe tener en cuenta el tipo de contrato realizado a la maquinaria, en caso de esta retroexcavadora 320D se manejó un tiempo de pare de 4 horas por día y precio unitario por hora adicional por ende es indispensable tanto para el operario como para el dueño de la maquina sumar la mayor cantidad de horas posibles para mejorar sus utilidades.

Se hizo seguimiento a la retroexcavadora por 35 días laborales, que según una utilidad ideal sería de 291 horas trabajadas pero debido a contratiempos esas horas se redujeron a 189 por tal motivo estas utilidades previstas en la teoría presentan

tendencias a la baja en la parte práctica, aunque sin ocasionar perdidas al contratista de la maquinaria, se presentó una disminución de sus ganancias normales en estos tipos de contratos.

- ✓ **Actividad 1**: Analizar ficha técnica de retroexcavadora suministrada por proveedores.
- ✓ **Actividad 2**: Control de horas netas laboradas por retroexcavadora.
- ✓ **Actividad 3**: Comparación de costos vs utilidad de retroexcavadora.

3.5.3. FASE 3: Determinar las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, indicando los beneficios que conduzcan a un eficiente funcionamiento de la excavadora

La máquina debe cumplir con ciertos parámetros mecánicos para tener un desarrollo de sus labores optimo y eficaz, se debe cumplir con los mantenimientos preventivos necesarios para su normal desempeño laboral, por otra parte si se es necesario realizar un mantenimiento correctivo, se debe hacer en el menor tiempo posible y con los correctivos ejecutados al 100% para evitar inconvenientes posteriores por los mismos daños. Los mantenimientos preventivos se deben realizar fuera del horario laboral para no afectar el transcurso normal de la obra.

- ✓ **Actividad 1**: Verificación de mantenimientos preventivos de la retroexcavadora.
- ✓ **Actividad 2**: Según los usos de la máquina, generar unas recomendaciones al operario sobre mantenimientos preventivos para así evitar contratiempos en el manejo rutinario de la excavadora.
- ✓ **Actividad 3**: Determinamos las actividades de mantenimiento que se le deben hacer a la maquina en actividades de excavación.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

De la presente investigación se analizaron una serie de eventualidades, facilitando conclusiones relevantes con el fin de determinar una optimización operativa para maquinarias de construcciones civiles, específicamente la excavadora 320D.

El proceso de análisis de esta investigación fue realizado en tres fases fundamentales para así poder subdividir temas de suprema importancia y tener un alto porcentaje de credibilidad y autenticidad de datos técnicos, mecánicos, operativos y financieros de esta investigación.

A continuación se realiza el análisis de las fases de la investigación en la que subyacen tres etapas fundamentales.

4.1. FASE 1: Evaluación de desempeño de la excavadora en remoción de material heterogéneo la construcción de una vía

El número de mediciones incide directamente en la precisión y validez de los valores, se determinó el número de observaciones necesarias para el caso de ±5% de error y un 95% de nivel de confianza, se adelantaron pruebas de normalidad[21] de Anderson-Darling y Kolmogorov-Smirnov para la serie de rendimientos, las actividades analizadas arrojaron los siguientes resultados:

- La cantidad excavada acumulo un total de 12.133 metros cúbicos, con 35 observaciones directas, una desviación estándar de 8,881, un rendimiento promedio de 64,195 metros cúbicos por hora, desfavorable en comparación con el rendimiento par modelo de setenta (70) metros cúbicos por hora, la serie se considera que se ajusta a una función de distribución normal. Estos resultados se encuentran en el Anexo 3 – Análisis Estadístico.
- El rendimiento calculado es de 64,195 metros cúbicos por hora (m^3/hr) contra el estándar que es de setenta metros cúbicos por hora; dando un rendimiento del 92.708% del estándar, siendo esta bastante cercano al estándar pero sin embargo no alcanza al ideal de la máquina.
- La productividad se alcanzó un promedio de 0,01569 horas por metro cúbico (hr/m^3); teniendo en cuenta que la productividad con base en el estándar es igual a 0.01428 (hr/m^3). se dio un cumplimiento del 92.70% al igual que el rendimiento.
- El rendimiento y la productividad se ven afectados directamente por los imprevistos que se generan a diario, en los formatos de campo se ven en las

[21]ANDERSON-SWEENEY-WILLIAMS, 2003. Estadística para administración y Economía. Octava Edición. Editorial Thomson, México. Págs. 221 a 229 y 464 a 467.

observaciones, afectando las horas diarias de trabajo de 291 que era lo ideal a 189 horas total trabajadas.

4.2. FASE 2: Análisis de costos vs utilidad de la excavadora 320D en la construcción de una vía

- Analizando la productividad obtenida en el transcurso de estos 35 días de estudio mediante procesos analíticos y definidos por una serie de pautas trazadas a lo largo del trabajo investigativo se lograron definir algunas falencias o situaciones no tenidas en cuenta tanto por las empresas vendedoras de maquinaria como los compradores.
- En condiciones óptimas de trabajo donde la máquina en las seis (6) semanas trabajó 189 horas con el rendimiento estándar (70 m³/hr) la máquina hubiese removido 13.230 m³ de tierra con este volumen el constructor hubiera tenido unos ingresos de $54’243.000,oo (comparándolo por el valor unitario de la actividad de excavación, sin incluir el cargue, el cual es $4.100 por metro cúbico), ver cálculos:

$$35\ días = 189\ horas$$
$$189\ hr\ \times 70\ {}^{m^3}/_{hr} = 13.230\ m^3$$
$$13.230\ m^3 \times \$4.100 = \$54'243.000$$

- Sin embargo como el rendimiento no fue el óptimo se excavaron 12.133 m³ y se obtuvieron unos ingresos reales de $49’745.300, ver cálculos:

$$35\ días = 189\ horas$$
$$189\ hr\ \times 64.195\ {}^{m^3}/_{hr} = 12.133\ m^3$$
$$12.133\ m^3 \times \$4.100 = \$49'745.300$$

- Con lo anterior se obtuvieron unas pérdidas de ingresos del 8,3% de los ingresos que se esperaban con el rendimiento estándar de la máquina.
- Adicionalmente a la máquina se la paga $120.000 pesos por hora trabajada, eso quiere decir que por la máquina trabajar 189 horas recibió $22’680.000; eso quiere decir que del total de los ingresos el 46% es para la máquina y el 54% de los ingresos son para el constructor.

4.3. FASE 3: Determinar las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, indicando los beneficios que conduzcan a un eficiente funcionamiento de la excavadora.

En el proceso preventivo y correctivo se evidenciaron diferentes manejos en el proceso de solución y prevención de actividades con la excavadora. En la primera semana de estudio de la maquina se le realizó un mantenimiento preventivo que se debe ejecutar cada 200 horas trabajadas según horómetro y el día sábado 17 de enero las cumplió, se le realizo cambio de aceite de motor y cambio de filtros lo cual garantizaba un buen funcionamiento de la excavadora, al menos en lo que concierne en la parte prevención de daños.

El día miércoles 25 de enero en horas de la tarde la excavadora realizaba actividades de remoción, y por el uso desmedido de fuerza por parte del operario la maquina sufre daño de manguera hidráulica lo que ocasiono pérdidas de tiempo y utilidades tanto para la firma constructora como para el proveedor de la excavadora. Con esta situación se evidenciaron falencias tanto del operario como de la maquina ya que al momento de cambiar la manguera se le encontraba un desgaste pronunciado y es deber del operario revisar todos los días antes de iniciar actividades el estado de la máquina. Así como este hubo otros factores que causaron retrasos y pérdidas económicas para las partes.

Realizando un análisis general de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo se evidencia una buena reacción por parte de los encargados de la maquina ya que los fallos encontrados son peculiares en este tipo de trabajos y se presentó una buena reacción para arreglarlos.

Con base en lo anterior determinamos las actividades de mantenimiento que se deben seguir para garantizar un funcionamiento óptimo de la máquina, así:

4.3.1. Mantenimiento Preventivo.

Es la actividad humana desarrollada en la excavadora CAT 320D, con el fin de asegurar que la calidad del servicio que ésta proporciona, permanezca dentro de los límites presupuestados. Estos trabajos generalmente se toman de las instrucciones que proporcionan los fabricantes al respecto y los puntos de vista que dan los técnicos en cada especialidad al visitar cada nueva instalación y corroborar el ambiente circundante y las condiciones que guarda el lugar o artefacto.

La existencia de diferentes condiciones, equipos, instalaciones, etc., ha determinado a través del tiempo la necesidad de diferentes prioridades y técnicas

para la aplicación del mantenimiento preventivo, a continuación se mencionarán los criterios de cada una de ellas.

Inspección Preventiva.

Esta es la serie de observaciones llevadas a cabo para verificar la actuación humana sobre la excavadora, antes que el servicio acuse falla.

Para conseguir una aplicación y uso adecuado de estas observaciones, así como para facilitar su control, es conveniente dividir los programas y reportes de inspección en:

1. Programas de visitas.
2. Programas de inspecciones.
3. Programas de rehabilitación.
4. Notas de inspección.
5. Informes de calidad de servicio.

Actividades a realizar en el mantenimiento Preventivo de la excavadora CAT 320D

En términos Generales en la excavadora CAT 320D se deben adelantar las siguientes actividades: Lavar por completo el equipo; sacar muestra de todos los compartimientos, engrase general del equipo, eliminar todo tipo de fugas de aceite de acuerdo a las listas de chequeo de inspección reciente, inspeccionar y ajustar pernos y tuercas en general, verificar el estado de las mangueras de todos los sistemas, abrazaderas, conectores, sellos, inspeccionar guardas en general, inspeccionar cinturón de seguridad; inspeccionar pernos de zapatas y todos los sistemas

4.3.2. Mantenimiento Correctivo.

Por definición, *mantenimiento correctivo es la actividad humana desarrollada en la excavadora CAT 320D, cuando como consecuencia de una falla, ha dejado de prestar la calidad de servicio para la cual fue diseñada.*

Por lo tanto, las labores que en este caso deben llevarse a cabo tienen por objeto la recuperación inmediata de la calidad de servicio, es decir, que ésta se coloque dentro de los límites esperados (superior e inferior), ya sea que para tal efecto se hagan arreglos provisionales o definitivos.

Toda labor de mantenimiento correctivo, exige una atención inmediata, por lo que ésta no puede ser programada, sólo se tramita y controla por medio de reportes *máquina fuera de servicio* por lo que el personal debe efectuar los trabajos absolutamente indispensables, evitando arreglar otros elementos de la máquina o

hacer cualquier trabajo adicional que no sea necesario para que pueda seguir prestando su servicio.

Este tipo de mantenimiento se divide en: mantenimiento correctivo ligero y mantenimiento correctivo a fondo, dependiendo de la importancia de los trabajos que hay que desarrollar para corregir la falta, este mantenimiento pude ser atacado por dos tipos de personal; el de escasa preparación atenderá el mantenimiento correctivo ligero; el personal especializado tendrá que atender el mantenimiento correctivo a fondo o ambos. Podemos aclarar que una persona especializada, con herramientas necesarias, puede atacar cualquier tipo de mantenimiento, tanto preventivo como correctivo.

El mantenimiento correctivo se controla por medio de reportes “máquina fuera de servicio”, lo cual debe ser atendido de inmediato, pues un reporte de esto significa siempre la pérdida de la calidad de servicio. Este tipo de mantenimiento, por su falta de planeamiento y programación, es el más caro; por lo tanto, debe tenerse cuidado de que al atacar un mantenimiento correctivo no se traspasen los linderos del mantenimiento preventivo.

Es muy común que el personal de mantenimiento, al ocurrir una pérdida de la calidad del servicio, ocasionado por la falta de una máquina, aproveche para arreglar algunos otros elementos de ésta, o cambiar piezas o hacer cualquier trabajo adicional que no es esencial para que la máquina pueda seguir proporcionando dicho servicio. Como esta labor ha resultado de una acción imprevista, es difícil que se tenga todo lo necesario para el arreglo concienzudo de la máquina, dando por resultado que el paro se prolongue innecesariamente más allá de lo indispensable con el consiguiente aumento en los costos por baja producción.

Todos los casos de mantenimiento correctivo debe atacarse de inmediato, a fin de lograr que la excavadora CAT 320D proporcione el servicio lo más pronto posible; después, el responsable debe hacer un reporte de anomalías, con las observaciones que crea pertinentes, a fin de pedir posteriormente la orden de trabajo de mantenimiento preventivo y programarla en la forma anteriormente mencionada.

Es indispensable pensar que los trabajos de mantenimiento correctivo, para que sean económicos, deben ser de emergencia con este término no queremos decir que deben ser mal hechos, pues en toda emergencia se puede poner la atención y la calidad debidas para que ésta asegure el servicio más allá de la fecha en que se calcule se puede hacer el mantenimiento preventivo-; por lo tanto, siempre que se ejecute algún trabajo de mantenimiento correctivo, el personal de mantenimiento

debe tener el criterio lo bastante normado para efectuar los trabajos absolutamente indispensables, a fin de restablecer el servicio de una manera rápida y segura.

Para aumentar la confiabilidad, en muchas ocasiones es necesario tener una máquina de reserva, lista para entrar en acción –si es posible automáticamente- al sufrir un paro la máquina normal en servicio. Debe tenerse cuidado de programar para la máquina de reserva su funcionamiento a intervalos regulares, para comprobar su estado. Además, hay que tener en cuenta que la confiabilidad ha de aumentarse sólo en maquinarias claves, las cuales, al parar, ocasionarían que la producción sufriera enormemente.

El programa de análisis de aceites es una herramienta valiosa en el mantenimiento preventivo de equipos, desafortunadamente en la firma MARPRA, no estaba aprovechando al máximo este instrumento, actualmente luego de nuestra visita técnica, se pudieron hacer algunas mejoras de las fallas detectadas.

a. Falta de envío de muestras de aceite de la excavadora CAT 320D, se hizo una revisión de la excavadora CAT 320D, la cual no poseían un historial de resultados de análisis de aceites, informándose al área de lubricación para iniciar él envió de las correspondientes muestras para analizar.
b. Errores en el momento de recoger muestras, se detectaron fallas en el momento de la recolección de muestras, como falta de aseo en el momento de la toma, recipientes con presencia de agua, mangueras de recolección que eran reutilizadas, todos estos y otros elementos eran causantes de resultados erróneos.
c. La falta de ejecución de las acciones correctivas recomendadas en base a los resultados del análisis del aceite, era muy común y aun hoy lo es que luego de ser elaborado.

Se puso en evidencia la falta de capacitación, de parte del personal encargado de operar la excavadora D320.

Gracias al seguimiento realizado a las requisiciones de compras, se pudieron detectar fallas en el proceso de adquisición de partes, como errores en el diligenciamiento de los formatos de compra, falta de catálogos de piezas de algunos equipos y en ocasiones la falta de la elaboración de la requisición

Este seguimiento permitió contar con información precisa y confiable del estado de compra de estos elementos. Actualmente este seguimiento se continúa llevando con buenos resultados lo cual ha permitido reducir el tiempo de llegada de algunos repuestos hasta en un 25%.

La actualización de planillas de lubricación, ha permitido elevar la calidad del proceso de lubricación, ya que muchos de los lubricantes que se estaban utilizando no eran los más recomendables para las condiciones de la obra, así como los períodos de cambio de los fluidos no se estaban realizando según las recomendaciones del fabricante. Se debe recurrir a diferentes fuentes de información como: manuales del fabricante, catálogos digitales, consultas en la Red de Internet entre otros.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se puede concluir que el modelo planteado se ajusta a las necesidades de la investigación, con la cual se podrá continuar enriqueciendo la base de datos con más observaciones adicionadas a la actividad estudiada o con nuevas actividades de otros sistemas constructivos.

La actividad analizada, arrojo que el rendimiento y la productividad son desfavorables en comparación con los rendimientos pares, dado que el rendimiento calculado es de 64,195 metros cúbicos por hora (m^3/hr) contra el estándar que es de setenta metros cúbicos por hora; y la productividad alcanzó un promedio de 0,01569 horas por metro cúbico (hr/m^3); teniendo en cuenta que la productividad con base en el estándar es igual a 0.01428 (hr/m^3), dando un desempeño del 92.708% del estándar, siendo este bastante cercano al par, sin embargo no alcanza al ideal de la máquina.

Dadas las anteriores circunstancias se concluye que para alcanzar el rendimiento óptimo que relaciona el fabricante depende de una serie de factores y condiciones prácticamente perfectas, por lo anterior estos rendimientos que relacionan las casas fabricantes son idealistas.

Aunque los ingresos no son óptimos, las ganancias indican un 54% del total de los ingresos.

El mantenimiento preventivo deficiente no permitió obtener el rendimiento esperado de la excavadora.

Se recomienda continuar adelantando trabajos de investigación para obtener mayor y mejor información acerca de los rendimientos de maquinaria y equipos de construcción.

Se debe acometer esfuerzos conjuntos entre los sectores académico y productivo para mejorar la competitividad del sector de la Construcción en Colombia, garantizando la divulgación y aplicación de investigaciones realizadas.

Se debe adelantar una estricta programación de obra que contemple los oportunos mantenimientos preventivos de manera que se obtengan rendimientos óptimos.

6. BIBLIOGRAFIA

1. ANDERSON-SWEENEY-WILLIAMS, 2003. Estadística para administración y Economía. Octava Edición. Editorial Thomson, México. Págs. 221 a 229 y 464 a 467.

2. BOTERO B., Luís Fernando. Análisis de Rendimientos y Consumos de Mano de Obra. Revista Universidad EAFIT No. 128, 2002. Págs. 11, 12, 13 Y 14

3. CAMPERO Mario, ALARCON Luís Fernando. Administración de Proyectos Civiles. Santiago, Chile, 2008. Ediciones Universidad Católica de Chile, Págs. 190, 191, 192 y 193

4. HILL, Charles W. 2004. Administración estratégica. Un enfoque integrado. McGraw Hill, Sexta edición. México.

5. CICE "Measuring Productivity in Construction" A construction industry cost effectiveness Project report. New York: The Business Roundtable. 1982

6. CHACALTANA, Juan, OIT Regional para América Latina y el Caribe. (2006) "Dimensiones de la Productividad del Trabajo en las Empresas en América Latina"

7. CHASE R. JACOBS F. AQUILANO N. Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. McGraw Hill Interamericana, Tercera edición. México.

8. HILL, Charles W. 2004. *Administración estratégica. Un enfoque integrado.* McGraw Hill, Sexta edición. México.

9. MEJIA A. Guillermo – HERNÁNDEZ C. Triny Carolina. Seguimiento de la Productividad en Obra: Técnicas de Medición de Rendimientos de Mano de Obra. Revista UIS Ingenierías, Volumen 6, No.2 págs. 45_59, Diciembre 2007; Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, UIS

10. MERCADO R. Ernesto. Productividad base de la Competitividad. México: Editorial LIMUSA S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. 1998. 400p.

11. OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO-OIT (1957) Introducción al Estudio del Trabajo. 2ª edición. Ginebra. 1973. 442 p.

12. SCHMELKES, Corina. 2004. Manual para la presentación de anteproyectos e informes de investigación. Tesis. Ediciones Culturales, S. A. de C. V. "D. F", México. Págs. 9, 113, 126 y 127

14. SERPELL B. Alfredo. Administración de Operaciones de Construcción. 2ª edición. México: ALFAOMEGA Grupo Editor S.A. de C.V. 2002. 291 p.

7. WEBGRAFIA

CÁMARA COLOMBIANA DE INFRAESTRUCTURA. Revista Infraestructura y desarrollo Revista No. 29 Mayo – Junio 2009 [en línea] http://www.infraestructura.org.co/revistacci/29/RevistaID29.pdf [Citado en 26 de Febrero de 2015]

COLOMBIA SIN PALABRAS, Mapas de Colombia [en línea] <http://www.colombiasinpalabras.com/2012/08/mapas-de-colombia.html> [Citado el 1 de abril de 2015]

INFOJARDÍN, Cordillera Oriental [en línea] http://www.infojardin.com/foro/showthread.php?t=12159&page=3 [citando en 1 de abril de 2015]

LA SUPERVISIÓN DE OBRA [en línea] <www.ingenieria.uady.mx/revista/volumen8/lasupervision.pdf> [citado en 13 de febrero de 2015]

MAQUINARIAS PESADAS. Curso de Equipos de Excavación: Excavadoras, palas y sus componentes [en línea].<http://www.maquinariaspesadas.org/blog/1567-curso-equipos-excavacion-excavadoras-palas-componentes> [citado en 31 de marzo de 2015]

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO [en línea] <http://www.mitecnologico.com/Main/Metodologia-InvestigacionDeCampo> [citado en 7 de marzo de 2015]

OLA POLÍTICA, en la cresta de la opinión [en línea] <http://www.olapolitica.com/content/arauca-vibr%C3%B3-por-la-paz> [citado en 1 de abril de 2015]

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS. [en línea] <www.une.edu.ve/postgrado/intranet/-investigacion_virtual/estructura_proyecto.htm> [citado en 7 de marzo de 2015]

TODA COLOMBIA. Departamento de Arauca [en línea] <http://www.todacolombia.com/departamentos/arauca.html> [citado en 30 de marzo de 2015]

ZONU, Mapas y Fotos Satelitales del Mundo [en línea] <http://www.zonu.com/fullsize2/2009-09-17-5873/Departamento-de-Arauca-2003.html> [citado en 4 de abril de 2015]

8. ANEXOS

A continuación se encuentran los anexos relacionados anteriormente.

ANEXO 1

FORMATO DE CAMPO

CUADROS DE SEGUIMIENTO DE OBRA
ORGANIZACIÓN DE RECURSOS
PROGRAMACIÓN DE OBRA
INGENIEROS PAULA CARRANZA Y WILMER CÓMBITA

EMPRESA	CONSTRUCTORA MARPRA S.A.S.
OBRA	CONTRUCCIÓN DE 6 KM DE VÍA, PROYECTO CARICARE
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO DE ARAUCA, VEREDA PANAMÁ A 45 KM DE LA CAPITAL

ACTIVIDAD	EXCAVACIÓN	**TIEMPO PROGRAMADO**	35 DÍAS
CANTIDAD TOTAL		**UNIDAD DE MEDIDA**	METRO CÚBICO (m³)

TIPO DE CONTRATO	CONTRATO DE OBRA CON LA GOBERNACION DEL ARAUCA		
EQUIPO	EXCAVADORA 320D		
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Remocion y nivelacion del terreno natural y la disposicion de los materiales para llegar a grado de subrasante, buscando el alineamiento vertical y horizontal, elevaciones, pendientes, dimensiones y secciones tipicas indicada por el diseño.		
PERIODO DE SEGUIMIENTO		**SEMANA**	

FECHA	**HOROMETRO**		**CANTIDAD DE PERSONAL**		**EQUIPO**	**VOLUMEN EXCAVADO (m³)**	**HORA NETA TRABAJADA**	**RENDIMIENTO**	**PRODUCTIVIDAD**	**OBSERVACIONES**
	INICIO	**FIN**	**OPERARIO**	**AYUDANTE**				**(m³/hr)**	**(hr/m³)**	
Lunes					EXCAVADORA 320D					___
Martes					EXCAVADORA 320D					___
Miércoles					EXCAVADORA 320D					___
Jueves					EXCAVADORA 320D					___
Viernes					EXCAVADORA 320D					___
Sábado					EXCAVADORA 320D					___
	TOTAL									

RENDIMIENTO SEMANAL	
PRODUCTIVIDAD SEMANAL	

ANEXO 2

FORMATOS DE CAMPO DILIGENCIADOS

CUADROS DE SEGUIMIENTO DE OBRA
ORGANIZACIÓN DE RECURSOS
PROGRAMACIÓN DE OBRA
INGENIEROS PAULA CARRANZA Y WILMER CÓMBITA

EMPRESA	CONSTRUCTORA MARPRA S.A.S.
OBRA	CONTRUCCIÓN DE 6 KM DE VÍA, PROYECTO CARICARE
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO DE ARAUCA, VEREDA PANAMÁ A 45 KM DE LA CAPITAL

ACTIVIDAD	EXCAVACIÓN	**TIEMPO PROGRAMADO**	35 DÍAS
CANTIDAD TOTAL	12133	**UNIDAD DE MEDIDA**	METRO CÚBICO (m³)

TIPO DE CONTRATO	CONTRATO DE OBRA CON LA GOBERNACION DEL ARAUCA		
EQUIPO	EXCAVADORA 320D		
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Remocion y nivelacion del terreno natural y la disposicion de los materiales para llegar a grado de subrasante, buscando el alineamiento vertical y horizontal, elevaciones, pendientes, dimensiones y secciones tipicas indicada por el diseño.		
PERIODO DE SEGUIMIENTO	12 - 17 de Enero de 2015	**SEMANA**	1

FECHA	HOROMETRO		CANTIDAD DE PERSONAL		EQUIPO	VOLUMEN EXCAVADO (m³)	HORA NETA TRABAJADA	RENDIMIENTO (m³/hr)	PRODUCTIVIDAD (hr/m³)	OBSERVACIONES
	INICIO	FIN	OPERARIO	AYUDANTE						
Lunes 12 de Enero de 2015	**FESTIVO**									___
Martes 13 de Enero de 2015	7.422	7.429	1	1	EXCAVADORA 320D	392,00	7	56,00	0,0179	___
Miércoles 14 de Enero de 2015	7.429	7.435	1	1	EXCAVADORA 320D	333,00	6	55,50	0,0180	___
Jueves 15 de Enero de 2015	7.435	7.440	1	1	EXCAVADORA 320D	316,00	5	63,20	0,0158	Se presentan lluvias fuertes en horas de la tarde
Viernes 16 de Enero de 2015	7.440	7.446	1	1	EXCAVADORA 320D	328,00	6	54,67	0,0183	___
Sábado 17 de Enero de 2015	7.446	7.449	1	1	EXCAVADORA 320D	202,00	3	67,33	0,0149	Se realiza mantenimiento preventivo de retroexcavadora 320D
	TOTAL		**5**	**5**		**1571,00**	**27,00**	**59,34**	**0,0170**	

RENDIMIENTO SEMANAL	**58,19**
PRODUCTIVIDAD SEMANAL	**0,0169**

Vo. Bo. _____ Ingeniero: _____

CUADROS DE SEGUIMIENTO DE OBRA
ORGANIZACIÓN DE RECURSOS
PROGRAMACIÓN DE OBRA
INGENIEROS PAULA CARRANZA Y WILMER CÓMBITA

EMPRESA	CONSTRUCTORA MARPRA S.A.S.
OBRA	CONTRUCCIÓN DE 6 KM DE VÍA, PROYECTO CARICARE
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO DE ARAUCA, VEREDA PANAMÁ A 45 KM DE LA CAPITAL

ACTIVIDAD	EXCAVACIÓN	**TIEMPO PROGRAMADO**	35 DÍAS
CANTIDAD TOTAL	12133	**UNIDAD DE MEDIDA**	METRO CÚBICO (m³)

TIPO DE CONTRATO	CONTRATO DE OBRA CON LA GOBERNACION DEL ARAUCA		
EQUIPO	EXCAVADORA 320D		
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Remocion y nivelacion del terreno natural y la disposicion de los materiales para llegar a grado de subrasante, buscando el alineamiento vertical y horizontal, elevaciones, pendientes, dimensiones y secciones tipicas indicada por el diseño		
PERIODO DE SEGUIMIENTO	19 - 24 de Enero de 2015	**SEMANA**	2

FECHA	HOROMETRO		CANTIDAD DE PERSONAL		EQUIPO	VOLUMEN EXCAVADO (m³)	HORA NETA TRABAJADA	RENDIMIENTO (m³/hr)	PRODUCTIVIDAD (hr/m³)	OBSERVACIONES
	INICIO	FIN	OPERARIO	AYUDANTE						
Lunes 19 de Enero de 2015	7.449	7.457	1	1	EXCAVADORA 320D	480,00	8	60,00	0,0167	___
Martes 20 de Enero de 2015	7.457	7.464	1	1	EXCAVADORA 320D	457,00	7	65,29	0,0153	___
Miércoles 21 de Enero de 2015	7.464	7.467	1	1	EXCAVADORA 320D	140,00	3	46,67	0,0214	Se suspenden actividades de escavación, por daño en manguera hidraulica
Jueves 22 de Enero de 2015	7.467	7.473	1	1	EXCAVADORA 320D	385,00	6	64,17	0,0156	___
Viernes 23 de Enero de 2015	7.473	7.480	1	1	EXCAVADORA 320D	462,00	7	66,00	0,0152	___
Sábado 24 de Enero de 2015	7.480	7.485	1	1	EXCAVADORA 320D	295,00	5	59,00	0,0169	___
TOTAL			**6**	**6**		**2219,00**	**36,00**	**60,19**	**0,0168**	

RENDIMIENTO SEMANAL	**61,64**
PRODUCTIVIDAD SEMANAL	**0,0166**

Vo. Bo. _____ Ingeniero: _____

CUADROS DE SEGUIMIENTO DE OBRA
ORGANIZACIÓN DE RECURSOS
PROGRAMACIÓN DE OBRA
INGENIEROS PAULA CARRANZA Y WILMER CÓMBITA

EMPRESA	CONSTRUCTORA MARPRA S.A.S.
OBRA	CONTRUCCIÓN DE 6 KM DE VÍA, PROYECTO CARICARE
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO DE ARAUCA, VEREDA PANAMÁ A 45 KM DE LA CAPITAL

ACTIVIDAD	EXCAVACIÓN	**TIEMPO PROGRAMADO**	35 DÍAS
CANTIDAD TOTAL	12133	**UNIDAD DE MEDIDA**	METRO CÚBICO (m³)

TIPO DE CONTRATO	CONTRATO DE OBRA CON LA GOBERNACION DEL ARAUCA		
EQUIPO	EXCAVADORA 320D		
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Remocion y nivelacion del terreno natural y la disposicion de los materiales para llegar a grado de subrasante, buscando el alineamiento vertical y horizontal, elevaciones, pendientes, dimensiones y secciones tipicas indicada por el diseño		
PERIODO DE SEGUIMIENTO	26 - 31 de Enero de 2015	**SEMANA**	3

FECHA	HOROMETRO		CANTIDAD DE PERSONAL		EQUIPO	VOLUMEN EXCAVADO (m³)	HORA NETA TRABAJADA	RENDIMIENTO (m³/hr)	PRODUCTIVIDAD (hr/m³)	OBSERVACIONES
	INICIO	FIN	OPERARIO	AYUDANTE						
Lunes 26 de Enero de 2015	7.485	7.490	1	1	EXCAVADORA 320D	357,00	5	71,40	0,0140	___
Martes 27 de Enero de 2015	7.490	7.494	1	1	EXCAVADORA 320D	295,00	4	73,75	0,0136	Operario tiene cita medica en horas de la tarde, solicita permiso
Miércoles 28 de Enero de 2015	7.494	7.500	1	1	EXCAVADORA 320D	353,00	6	58,83	0,0170	___
Jueves 29 de Enero de 2015	7.500	7.506	1	1	EXCAVADORA 320D	346,00	6	57,67	0,0173	___
Viernes 30 de Enero de 2015	7.506	7.513	1	1	EXCAVADORA 320D	397,00	7	56,71	0,0176	___
Sábado 31 de Enero de 2015	7.513	7.517	1	1	EXCAVADORA 320D	307,00	4	76,75	0,0130	___
	TOTAL		**6**	**6**		**2055,00**	**32,00**	**65,85**	**0,0154**	

RENDIMIENTO SEMANAL	**64,22**
PRODUCTIVIDAD SEMANAL	**0,0152**

Vo. Bo. _____ Ingeniero: _____

CUADROS DE SEGUIMIENTO DE OBRA
ORGANIZACIÓN DE RECURSOS
PROGRAMACIÓN DE OBRA
INGENIEROS PAULA CARRANZA Y WILMER CÓMBITA

EMPRESA	CONSTRUCTORA MARPRA S.A.S.
OBRA	CONTRUCCIÓN DE 6 KM DE VÍA, PROYECTO CARICARE
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO DE ARAUCA, VEREDA PANAMÁ A 45 KM DE LA CAPITAL

ACTIVIDAD	EXCAVACIÓN	**TIEMPO PROGRAMADO**	35 DÍAS
CANTIDAD TOTAL	12133	**UNIDAD DE MEDIDA**	METRO CÚBICO (m³)

TIPO DE CONTRATO	CONTRATO DE OBRA CON LA GOBERNACION DEL ARAUCA		
EQUIPO	EXCAVADORA 320D		
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Remocion y nivelacion del terreno natural y la disposicion de los materiales para llegar a grado de subrasante, buscando el alineamiento vertical y horizontal, elevaciones, pendientes, dimensiones y secciones tipicas indicada por el diseño		
PERIODO DE SEGUIMIENTO	02 - 07 de Febrero de 2015	**SEMANA**	4

FECHA	HOROMETRO		CANTIDAD DE PERSONAL		EQUIPO	VOLUMEN EXCAVADO (m³)	HORA NETA TRABAJADA	RENDIMIENTO (m³/hr)	PRODUCTIVIDAD (hr/m³)	OBSERVACIONES
	INICIO	FIN	OPERARIO	AYUDANTE						
Lunes 02 de Febrero de 2015	7.517	7.523	1	1	EXCAVADORA 320D	346,00	6	57,67	0,0173	___
Martes 03 de Febrero de 2015	7.523	7.529	1	1	EXCAVADORA 320D	357,00	6	59,50	0,0168	___
Miércoles 04 de Febrero de 2015	7.529	7.534	1	1	EXCAVADORA 320D	425,00	5	85,00	0,0118	Se presentan lluvias intensas en horas de la mañana
Jueves 05 de Febrero de 2015	7.534	7.541	1	1	EXCAVADORA 320D	438,00	7	62,57	0,0160	___
Viernes 06 de Febrero de 2015	7.541	7.546	1	1	EXCAVADORA 320D	322,00	5	64,40	0,0155	___
Sábado 07 de Febrero de 2015	7.546	7.550	1	1	EXCAVADORA 320D	336,00	4	84,00	0,0119	___
	TOTAL		**6**	**6**		**2224,00**	**33,00**	**68,86**	**0,0149**	

RENDIMIENTO SEMANAL	**67,39**
PRODUCTIVIDAD SEMANAL	**0,0145**

Vo. Bo. _____ Ingeniero: _____

CUADROS DE SEGUIMIENTO DE OBRA
ORGANIZACIÓN DE RECURSOS
PROGRAMACIÓN DE OBRA
INGENIEROS PAULA CARRANZA Y WILMER CÓMBITA

EMPRESA	CONSTRUCTORA MARPRA S.A.S.
OBRA	CONTRUCCIÓN DE 6 KM DE VÍA, PROYECTO CARICARE
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO DE ARAUCA, VEREDA PANAMÁ A 45 KM DE LA CAPITAL

ACTIVIDAD	EXCAVACIÓN	**TIEMPO PROGRAMADO**	35 DÍAS
CANTIDAD TOTAL	12133	**UNIDAD DE MEDIDA**	METRO CÚBICO (m³)

TIPO DE CONTRATO	CONTRATO DE OBRA CON LA GOBERNACION DEL ARAUCA		
EQUIPO	EXCAVADORA 320D		
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Remocion y nivelacion del terreno natural y la disposicion de los materiales para llegar a grado de subrasante, buscando el alineamiento vertical y horizontal, elevaciones, pendientes, dimensiones y secciones tipicas indicada por el diseño		
PERIODO DE SEGUIMIENTO	09 - 14 de Febrero de 2015	**SEMANA**	5

FECHA	HOROMETRO		CANTIDAD DE PERSONAL		EQUIPO	VOLUMEN EXCAVADO (m³)	HORA NETA TRABAJADA	RENDIMIENTO (m³/hr)	PRODUCTIVIDAD (hr/m³)	OBSERVACIONES
	INICIO	FIN	OPERARIO	AYUDANTE						
Lunes 09 de Febrero de 2015	7.550	7.555	1	1	EXCAVADORA 320D	392,00	5	78,40	0,0128	___
Martes 10 de Febrero de 2015	7.555	7.561	1	1	EXCAVADORA 320D	456,00	6	76,00	0,0132	___
Miércoles 11 de Febrero de 2015	7.561	7.567	1	1	EXCAVADORA 320D	333,00	6	55,50	0,0180	___
Jueves 12 de Febrero de 2015	7.567	7.573	1	1	EXCAVADORA 320D	311,00	6	51,83	0,0193	___
Viernes 13 de Febrero de 2015	7.573	7.577	1	1	EXCAVADORA 320D	297,00	4	74,25	0,0135	Retroexcavadora 320D queda sin combustible y le llega hasta el otro día
Sábado 14 de Febrero de 2015	7.577	7.580	1	1	EXCAVADORA 320D	202,00	3	67,33	0,0149	___
	TOTAL		**6**	**6**		**1991,00**	**30,00**	**67,22**	**0,0153**	

RENDIMIENTO SEMANAL	**66,37**
PRODUCTIVIDAD SEMANAL	**0,0149**

Vo. Bo. _____ Ingeniero: _____

CUADROS DE SEGUIMIENTO DE OBRA
ORGANIZACIÓN DE RECURSOS
PROGRAMACIÓN DE OBRA
INGENIEROS PAULA CARRANZA Y WILMER CÓMBITA

EMPRESA	CONSTRUCTORA MARPRA S.A.S.
OBRA	CONTRUCCIÓN DE 6 KM DE VÍA, PROYECTO CARICARE
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO DE ARAUCA, VEREDA PANAMÁ A 45 KM DE LA CAPITAL

ACTIVIDAD	EXCAVACIÓN	**TIEMPO PROGRAMADO**	35 DÍAS
CANTIDAD TOTAL	12133	**UNIDAD DE MEDIDA**	METRO CÚBICO (m³)

TIPO DE CONTRATO	CONTRATO DE OBRA CON LA GOBERNACION DEL ARAUCA		
EQUIPO	EXCAVADORA 320D		
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Remocion y nivelacion del terreno natural y la disposicion de los materiales para llegar a grado de subrasante, buscando el alineamiento vertical y horizontal, elevaciones, pendientes, dimensiones y secciones tipicas indicada por el diseño		
PERIODO DE SEGUIMIENTO	16 - 21 de Febrero de 2015	**SEMANA**	6

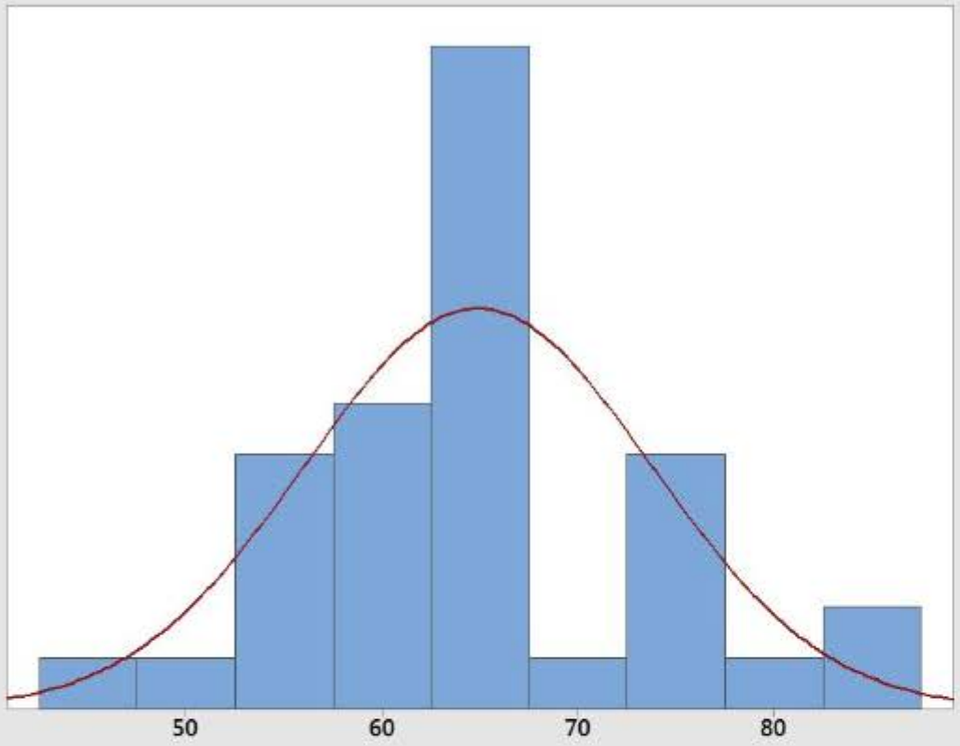
FECHA	HOROMETRO		CANTIDAD DE PERSONAL		EQUIPO	VOLUMEN EXCAVADO (m³)	HORA NETA TRABAJADA	RENDIMIENTO (m³/hr)	PRODUCTIVIDAD (hr/m³)	OBSERVACIONES
	INICIO	FIN	OPERARIO	AYUDANTE						
Lunes 16 de Febrero de 2015	7.580	7.585	1	1	EXCAVADORA 320D	364,00	5	72,80	0,0137	___
Martes 17 de Febrero de 2015	7.585	7.591	1	1	EXCAVADORA 320D	397,00	6	66,17	0,0151	___
Miércoles 18 de Febrero de 2015	7.591	7.598	1	1	EXCAVADORA 320D	461,00	7	65,86	0,0152	___
Jueves 19 de Febrero de 2015	7.598	7.603	1	1	EXCAVADORA 320D	316,00	5	63,20	0,0158	___
Viernes 20 de Febrero de 2015	7.603	7.608	1	1	EXCAVADORA 320D	333,00	5	66,60	0,0150	___
Sábado 21 de Febrero de 2015	7.608	7.611	1	1	EXCAVADORA 320D	202,00	3	67,33	0,0149	___
	TOTAL		**6**	**6**		**2073,00**	**31,00**	**66,99**	**0,0150**	

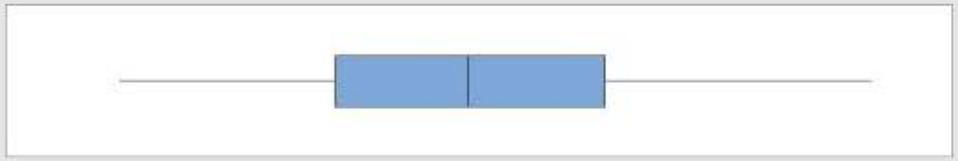
RENDIMIENTO SEMANAL	**66,87**
PRODUCTIVIDAD SEMANAL	**0,0149**

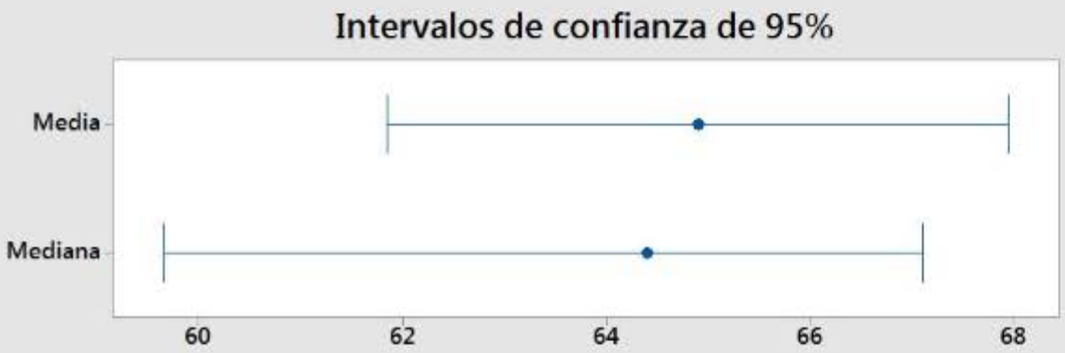
Vo. Bo. _____ Ingeniero: _____

ANEXO 3
ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Rendimiento de la Excavadora 320D







Prueba de normalidad de Anderson-Darling	
A-cuadrado	0,36
Valor p	0,420
Media	64,896
Desv.Est.	8,881
Varianza	78,880
Asimetría	0,408943
Curtosis	-0,065199
N	35
Mínimo	46,667
1er cuartil	57,667
Mediana	64,400
3er cuartil	71,400
Máximo	85,000
Intervalo de confianza de 95% para la media	
61,845	67,946
Intervalo de confianza de 95% para la mediana	
59,652	67,110
Intervalo de confianza de 95% para la desviación estándar	
7,184	11,636

ANEXO 4

CONSOLIDADO DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

CÁLCULO DE LOS MOMENTOS - RENDIMIENTO				
No.	**VALORES**	**M2**	**M3**	**M4**
	(Ordenados)	**(Xi - X)^2**	**(Xi - X)^3**	**(Xi - X)^4**
1	56.00	79.1313	-703.9188	6,261.7645
2	55.50	88.2769	-829.4124	7,792.8094
3	63.20	2.8750	-4.8748	8.2655
4	54.67	104.6306	-1,070.2575	10,947.5691
5	67.33	5.9426	14.4867	35.3151
6	60.00	23.9667	-117.3308	574.4020
7	65.29	0.1522	0.0594	0.0232
8	46.67	332.2932	-6,057.3437	110,418.7820
9	64.17	0.5313	-0.3873	0.2823
10	66.00	1.2197	1.3471	1.4878
11	59.00	34.7578	-204.9176	1,208.1076
12	71.40	42.3075	275.1858	1,789.9248
13	73.75	78.4008	694.1936	6,146.6831
14	58.83	36.7508	-222.7924	1,350.6223
15	57.67	52.2572	-377.7624	2,730.8110
16	56.71	66.9335	-547.6029	4,480.0997
17	76.75	140.5273	1,665.8701	19,747.9264
18	57.67	52.2572	-377.7624	2,730.8110
19	59.50	29.1123	-157.0775	847.5239
20	85.00	404.1878	8,125.9615	163,367.7572
21	62.57	5.4017	-12.5543	29.1781
22	64.40	0.2456	-0.1217	0.0603
23	84.00	364.9789	6,972.7114	133,209.6202
24	78.40	182.3694	2,462.7934	33,258.6007
25	76.00	123.3082	1,369.2661	15,204.9079
26	55.50	88.2769	-829.4124	7,792.8094
27	51.83	170.6222	-2,228.7095	29,111.9494
28	74.25	87.5052	818.5606	7,657.1612
29	67.33	5.9426	14.4867	35.3151
30	72.80	62.4799	493.8674	3,903.7358
31	66.17	1.6157	2.0537	2.6104
32	65.86	0.9246	0.8891	0.8549
33	63.20	2.8750	-4.8748	8.2655
34	66.60	2.9051	4.9514	8.4393
35	67.33	5.9426	14.4867	35.3151
SUMA	2271.35	2,681.9054	9,184.0576	570,699.7913
1/n	64.89558	76.6259	262.4016	16,305.7083
Factor de Corrección		**n/(n - 1)**	**n^2/(n - 1)(n - 2)**	**n^3/(n - 1)(n - 2)(n-3)**
		1.034	1.108	1.232
Momentos Corregidos		**M2**	**M3**	**M4**
		79.2681	290.8393	20,080.9216
X=	**64.89558**	EL PRIMER MOMENTO CON RESPECTO AL ORIGEN = MEDIA		
Varianza=	**79.2681**	EL SEGUNDO MOMENTO CON RESPECTO A LA MEDIA = VARIANZA		
S=	**8.9033**	LA RAÍZ CUADRADA DE LA VARIANZA = DESVIACIÓN ESTÁNDAR		
Cs=	**0.4121**	M3 / (M2)^(3/2)		
Ck=	**3.1958**	M4 / (M2)^2		

VOLUMEN TOTAL EXCAVADO	12133

CÁLCULO DE LOS MOMENTOS - PRODUCTIVIDAD				
No.	**VALORES**	**M2**	**M3**	**M4**
		(Xi - X)^2	**(Xi - X)^3**	**(Xi - X)^4**
1	0.01786	4.70E-06	1.02E-08	2.21E-11
2	0.01802	5.43E-06	1.26E-08	2.94E-11
3	0.01582	1.80E-08	2.42E-12	3.25E-16
4	0.01829	6.78E-06	1.77E-08	4.60E-11
5	0.01485	7.01E-07	-5.86E-10	4.91E-13
6	0.01667	9.57E-07	9.36E-10	9.15E-13
7	0.01532	1.38E-07	-5.12E-11	1.90E-14
8	0.02143	3.29E-05	1.89E-07	1.09E-09
9	0.01558	1.08E-08	-1.13E-12	1.17E-16
10	0.01515	2.88E-07	-1.55E-10	8.32E-14
11	0.01695	1.59E-06	2.00E-09	2.53E-12
12	0.01401	2.83E-06	-4.77E-09	8.02E-12
13	0.01356	4.53E-06	-9.65E-09	2.06E-11
14	0.01700	1.71E-06	2.24E-09	2.93E-12
15	0.01734	2.73E-06	4.51E-09	7.46E-12
16	0.01763	3.78E-06	7.34E-09	1.43E-11
17	0.01303	7.07E-06	-1.88E-08	5.00E-11
18	0.01734	2.73E-06	4.51E-09	7.46E-12
19	0.01681	1.25E-06	1.40E-09	1.56E-12
20	0.01176	1.54E-05	-6.04E-08	2.37E-10
21	0.01598	8.60E-08	2.52E-11	7.39E-15
22	0.01553	2.58E-08	-4.14E-12	6.65E-16
23	0.01190	1.43E-05	-5.42E-08	2.05E-10
24	0.01276	8.60E-06	-2.52E-08	7.40E-11
25	0.01316	6.40E-06	-1.62E-08	4.10E-11
26	0.01802	5.43E-06	1.26E-08	2.94E-11
27	0.01929	1.30E-05	4.68E-08	1.69E-10
28	0.01347	4.93E-06	-1.09E-08	2.43E-11
29	0.01485	7.01E-07	-5.86E-10	4.91E-13
30	0.01374	3.81E-06	-7.44E-09	1.45E-11
31	0.01511	3.31E-07	-1.90E-10	1.09E-13
32	0.01518	2.54E-07	-1.28E-10	6.46E-14
33	0.01582	1.80E-08	2.42E-12	3.25E-16
34	0.01502	4.54E-07	-3.05E-10	2.06E-13
35	0.01485	7.01E-07	-5.86E-10	4.91E-13
SUMA	0.54910	1.55E-04	1.02E-07	2.09E-09
1/n	0.01569	4.42E-06	2.91E-09	5.99E-11
Factor de Corrección		**n/(n - 1)**	**n^2/(n - 1)(n - 2)**	**n^3/(n - 1)(n - 2)(n-3)**
		1.034	1.108	1.232
Momentos Corregidos		**M2**	**M3**	**M4**
		4.57E-06	3.22E-09	7.37E-11
X=	**0.01569**	EL PRIMER MOMENTO CON RESPECTO AL ORIGEN = MEDIA		
Varianza=	**4.57E-06**	EL SEGUNDO MOMENTO CON RESPECTO A LA MEDIA = VARIANZA		
S=	**0.0021**	LA RAÍZ CUADRADA DE LA VARIANZA = DESVIACIÓN ESTÁNDAR		
Cs=	**0.3300**	M3 / (M2)^(3/2)		
Ck=	**3.5280**	M4 / (M2)^2		

ANEXO 5

CONSOLIDADO DE RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD

VARIABLE	N° OBSERV.	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE ASIMETRIA	COEFICIENTE KURTOSIS	NORMALIDAD
RENDIMIENTO	35	64.195	8.9033	0.4121	3.1958	SI
PRODUCTIVIDAD	35	0.0157	0.0021	0.3300	3.1958	SI

ACTIVIDAD	N° OBSERV.	CANTIDAD EJECUTADA	UNIDAD	PRODUCTIVIDAD	REDIMIENTO	RENDIMIENTO PAR	% CUMPLIMIENTO
EXCAVACIÓN	35	12,133	m^3	0.01569	64.195	70	91.707%

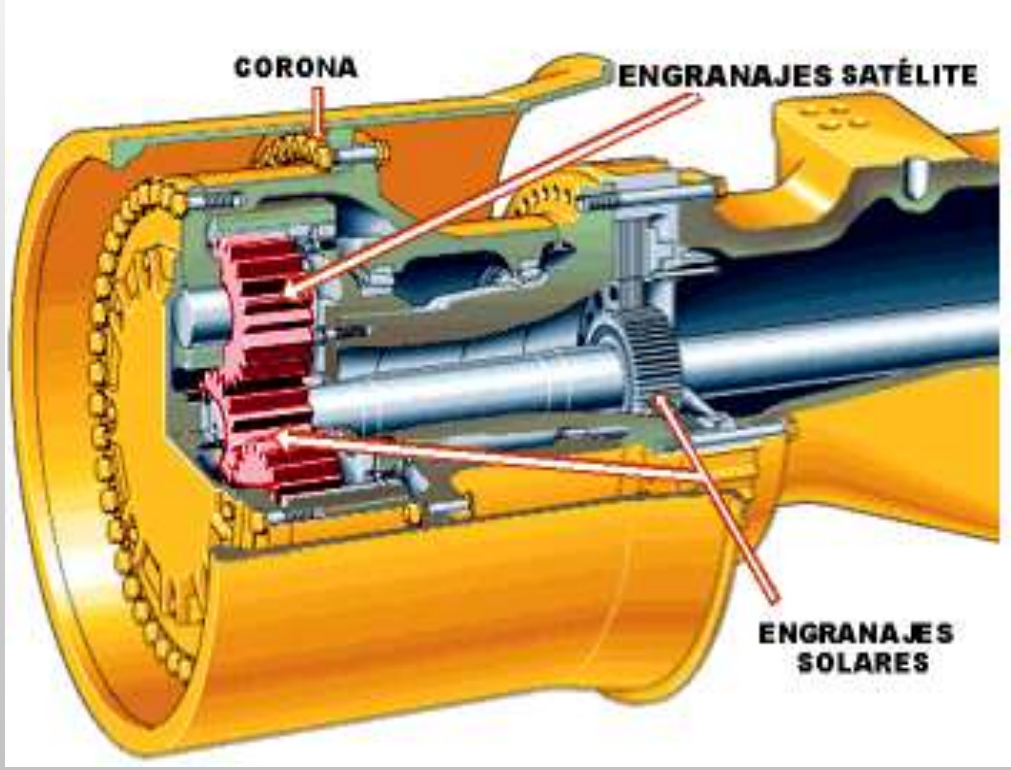
WWW.MAQUINARIAS PESADAS.ORG

MANDOS FINALES

WWW.OROSCOCATT.COM

www.MAQUINARIAS PESADAS.ORG

MANDOS FINALES



WWW.OROSCOCATT.COM

www.MAQUINARIAS PESADAS.org

Concepto básico

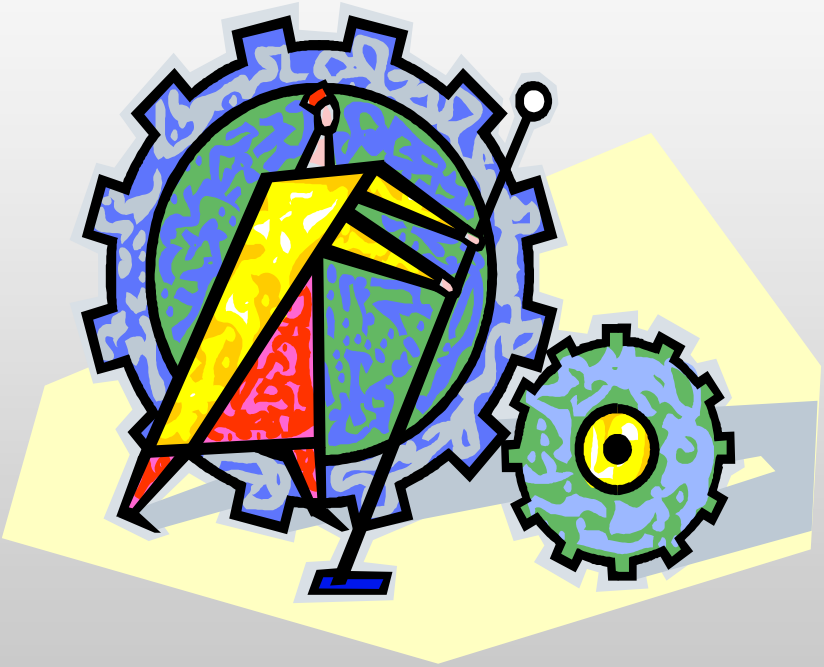
- Es el ultimo grupo reductor mediante engranajes en el tren de potencia.

www.oroscocatt.com

WWW.MAQUINARIAS-PESADAS.ORG

FUNCIONES

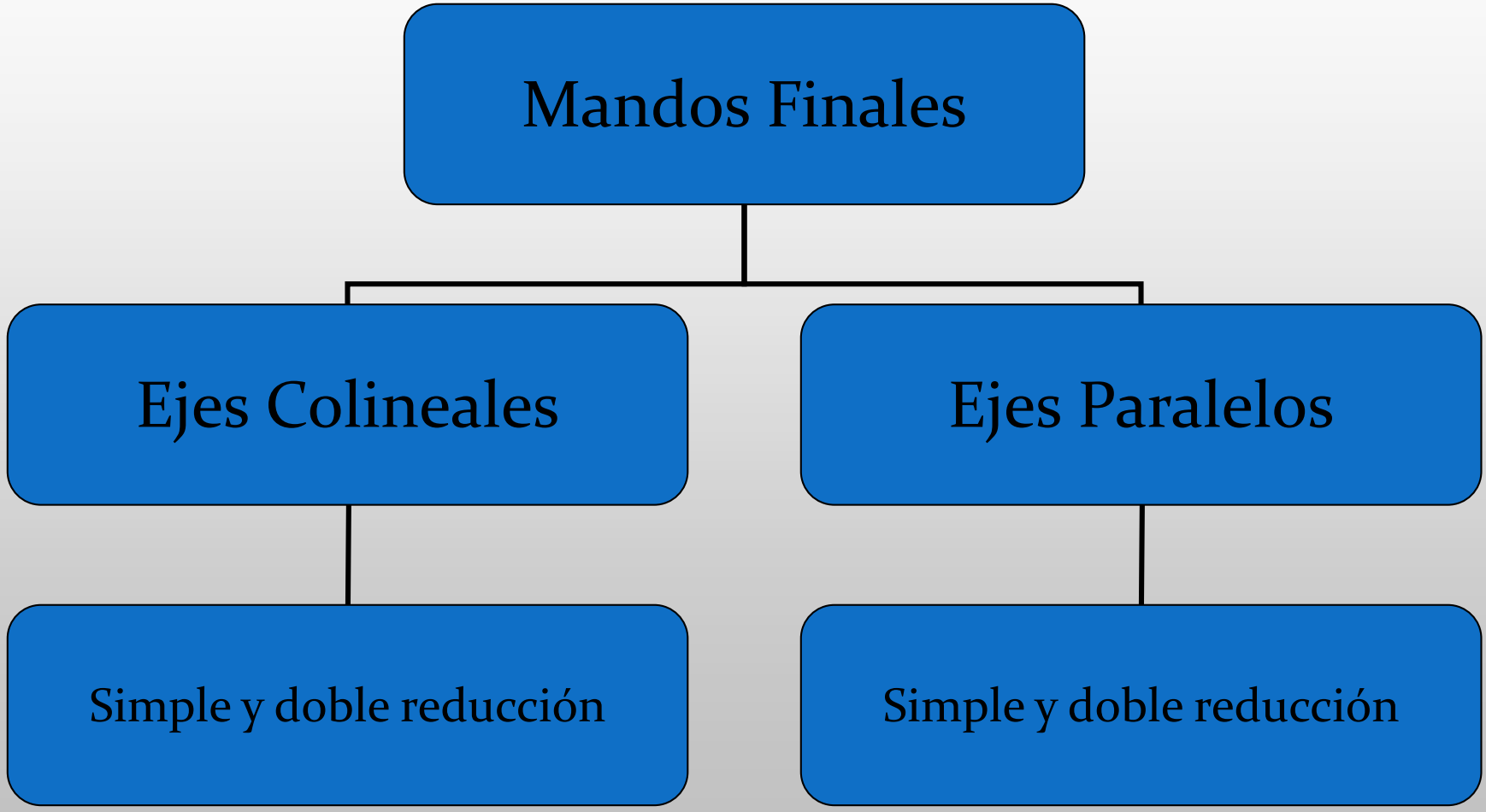
- Transmitir potencia
- Aumentar el torque
- Disminuir las RPM
- Reducir la carga en los componentes previos



WWW.OROSCOCATT.COM

www.MAQUINARIAS PESADAS.org

TIPOS



www.OROSCOCATT.com

www.MAQUINARIAS PESADAS.org

MANDO FINAL DE EJES PARALELOS (SR)

Este tipo de mando finales solo lleva un contacto y es de simple reducción (SR)



www.OROSCOCATT.com

www.MAQUINARIAS PESADAS.org

CARACTERISTICAS DE LOS MANDOS FINALES DE EJES PARALELOS

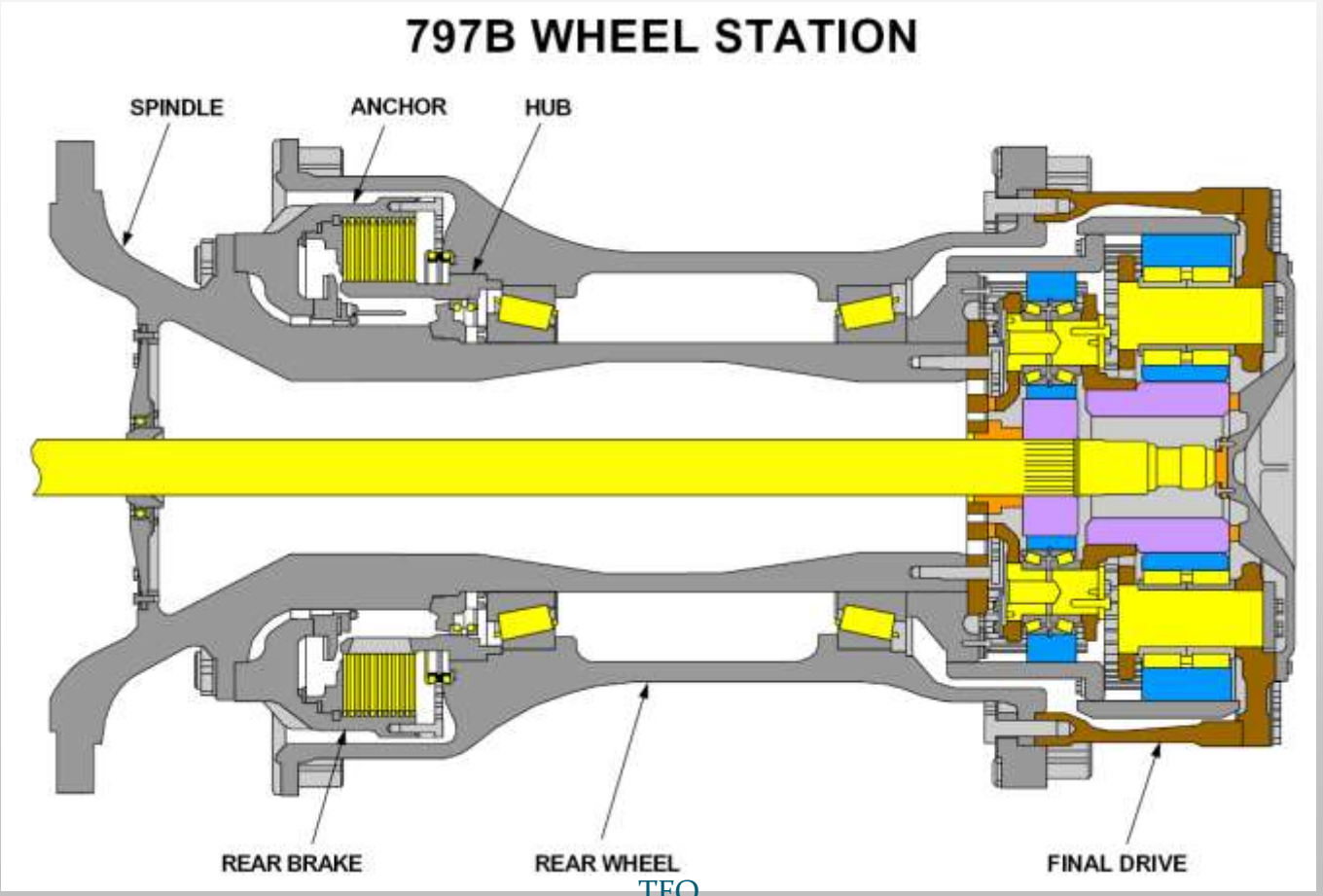
–El eje de salida está a diferente altura que el eje de entrada
–Ocupan un mayor espacio
–Puede ser de simple, doble o triple reducción.
–El eje de salida gira en sentido contrario al eje de entrada (simple red).
–Solo existe un punto de contacto.

www.OROSCOCATT.com

www.MAQUINARIAS PESADAS.org

MANDO FINAL DE EJES COLINEALES (DR)

Tiene dos juegos de engranajes planetarios, tiene dos coronas que están fijas a la funda, los planetarios están unidos para exista una reducción o multiplicación



TEO

www.OROSCOCATT.com

www.MAQUINARIAS PESADAS.org

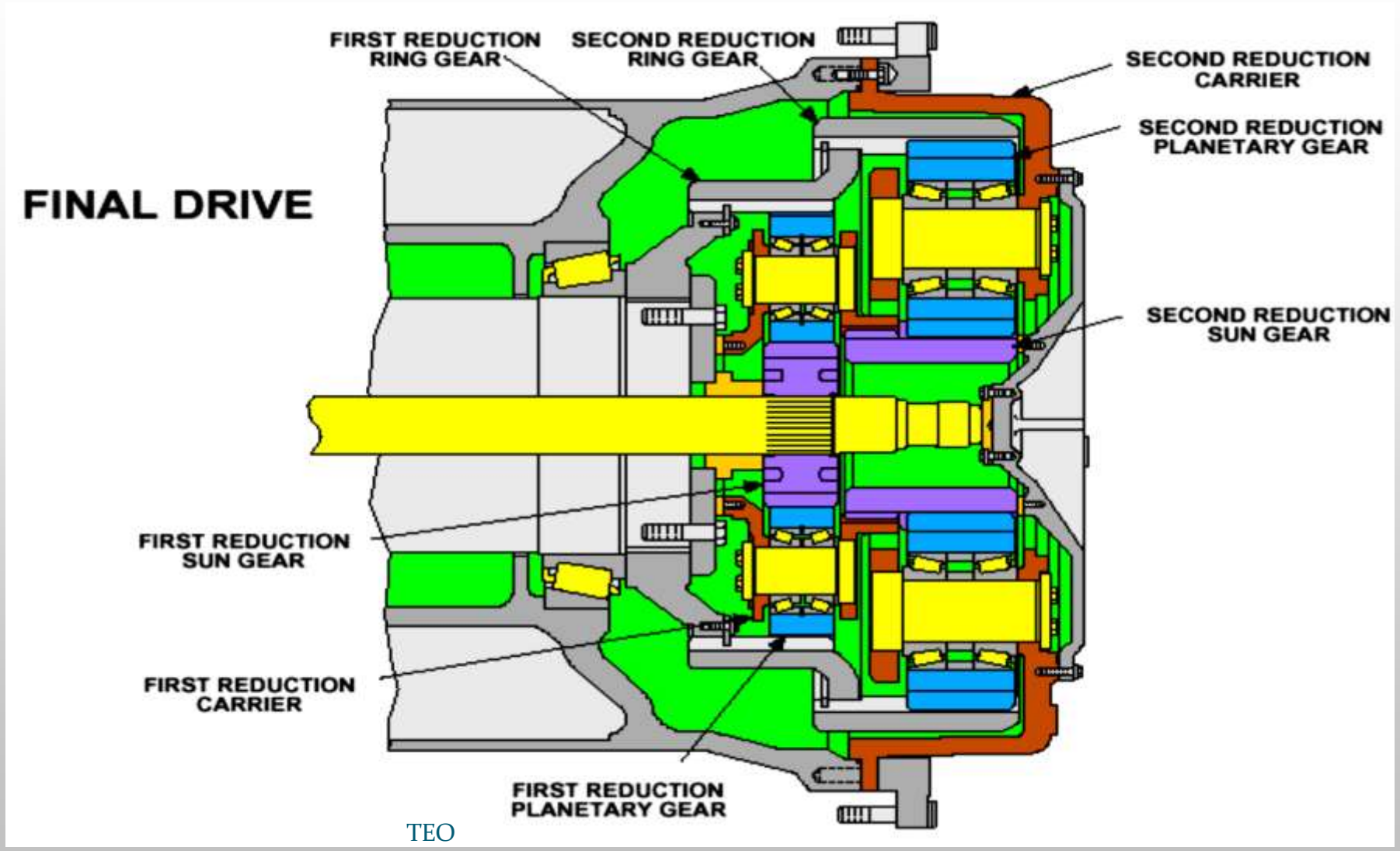
CARACTERISTICAS DE LOS MANDOS FINALES DE EJES COLINEALES

–El eje de salida es colineal al eje de entrada
–Ocupan menor espacio
–El eje de salida gira en el mismo sentido que el eje de entrada
–La carga se reparte entre 3 ó 4 puntos de contacto.
–Pueden ser de simple o doble reducción.

www.OROSCOCATT.com

www.MAQUINARIAS PESADAS.com

MANDO FINAL DE EJES COLINEALES DE DOBLE REDUCCION



TEO

WWW.OROSCOCATT.COM

WWW.MAQUINARIAS-PESADAS.ORG

CARACTERISTICAS DE LOS MANDOS FINALES DE EJES COLINEALES

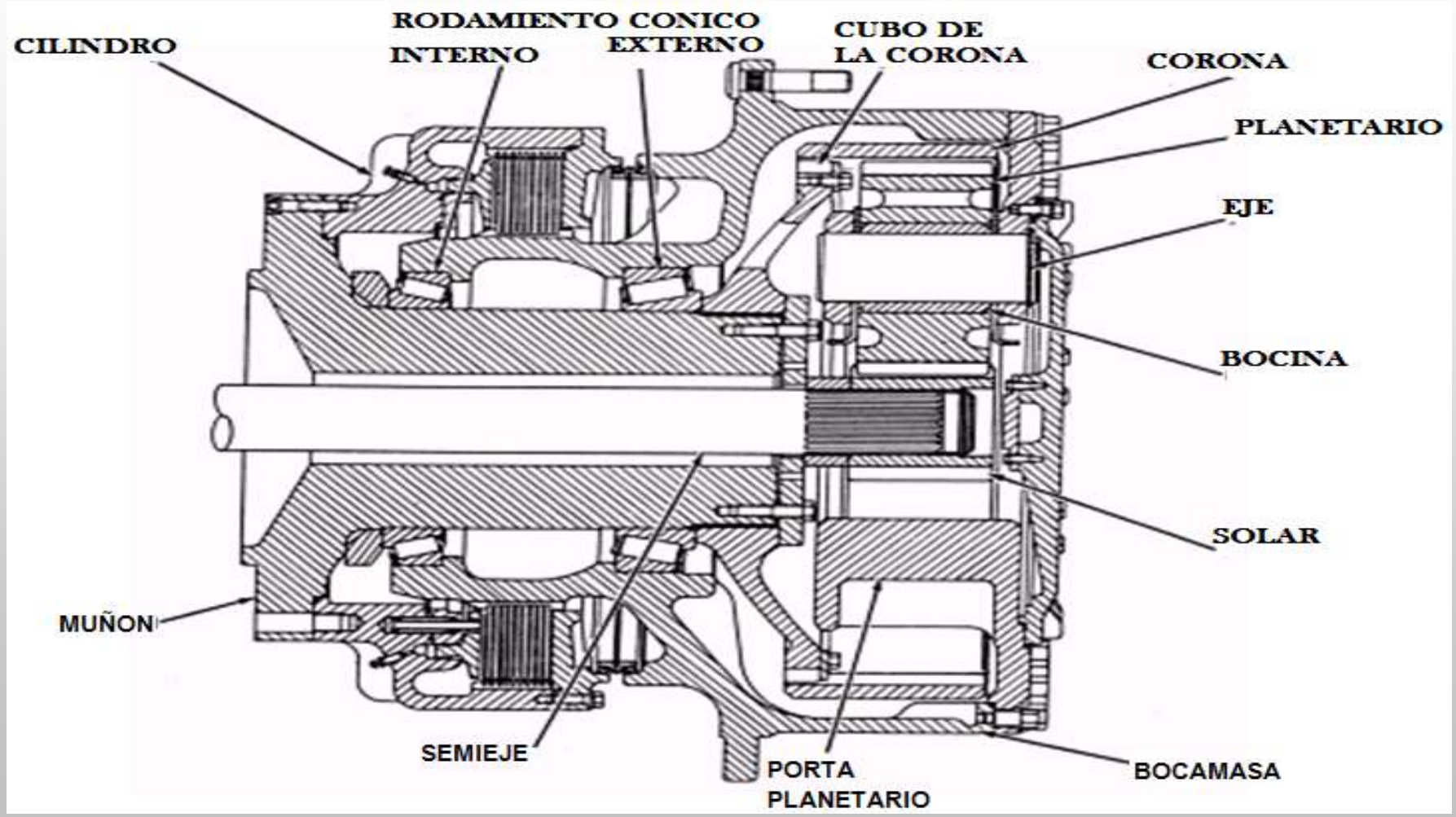
–El eje de salida es colineal al eje de entrada
–Ocupan menor espacio
–El eje de salida gira en el mismo sentido que el eje de entrada
–La carga se reparte entre 3 ó 4 puntos de contacto.
–Pueden ser de simple o doble reducción.

WWW.OROSCOCATT.COM

WWW.MAQUINARIAS-PESADAS.ORG.ES

COMPONENTES PRINCIPALES Y SUS FUNCIONES

Mando Final de Cargador Frontal



WWW.OROSCOCATT.COM

WWW.MAQUINARIAS-PESADAS.ORG.ES

COMPONENTES PRINCIPALES Y SUS FUNCIONES

Mando Final de Cargador Frontal

1. Cilindro.
2. Rodamiento cónico interior.
3. Rodamiento cónico exterior.
4. Cubo de la corona.
5. Corona.
6. Planetario.
7. Eje.
8. Bocina.
9. Solar.
10. Muñón.
11. Semieje.
12. Portaplanetario.
13. Bocamasa.

WWW.OROSCOCATT.COM

WWW.MAQUINARIAS-PESADAS.ORG.ES

COMPONENTES PRINCIPALES Y SUS FUNCIONES

Mando Final de Tractor de Orugas de Sprocket Elevado

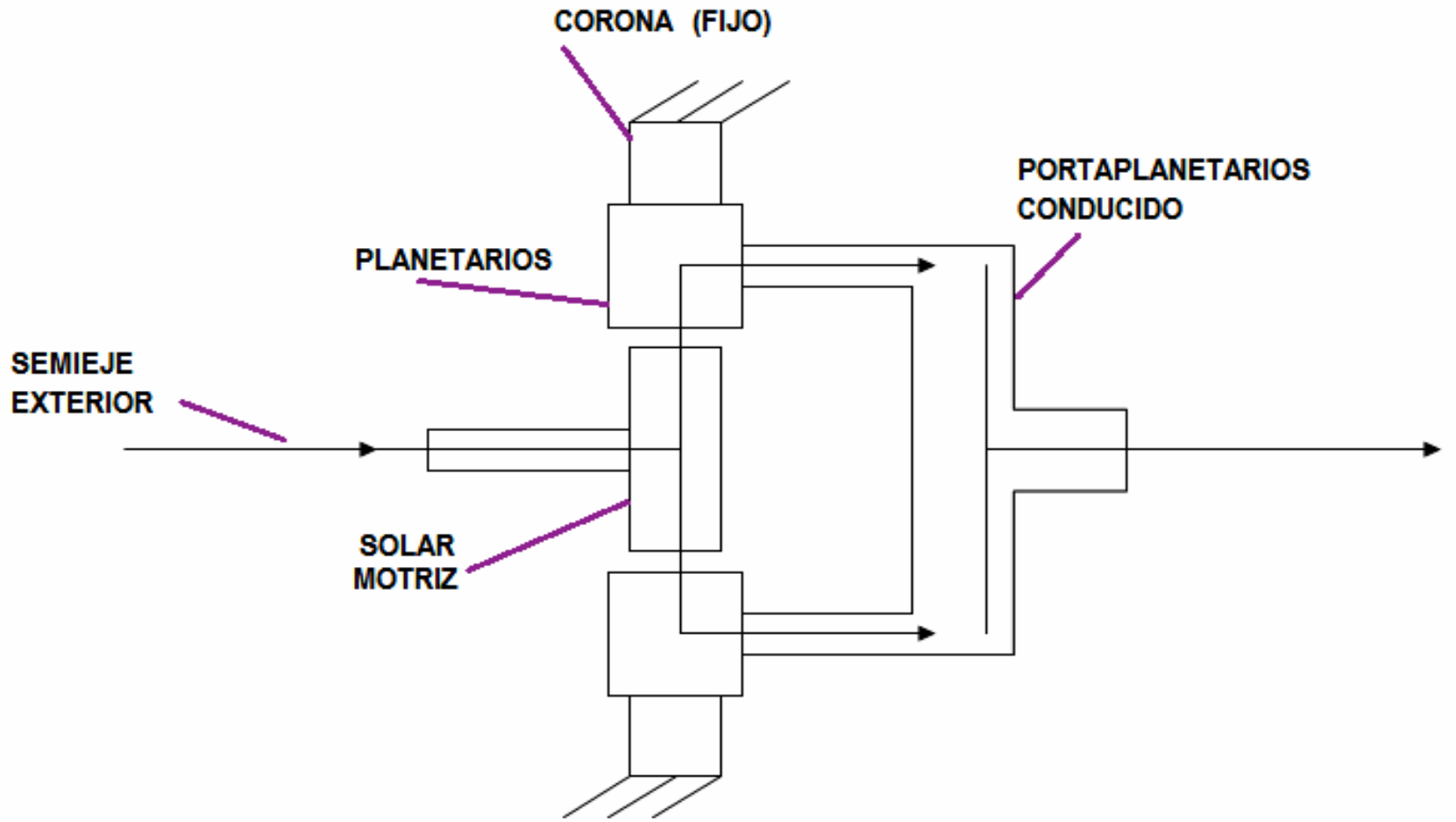
1. Semieje exterior.
2. Segmentos.
3. Planetario interior.
4. Planetario exterior.
5. Solar interior.
6. Solar exterior.
7. Portaplanetario exterior.
8. Sellos.
9. Bocamasa y carcasa.
10. Portaplanetario interior.
11. Corona.
12. Muñón.

WWW.OROSCOCATT.COM

www.MAQUINARIAS-PESADAS.org

RECORRIDO DE FUERZAS

Mando Final de Cargador Frontal

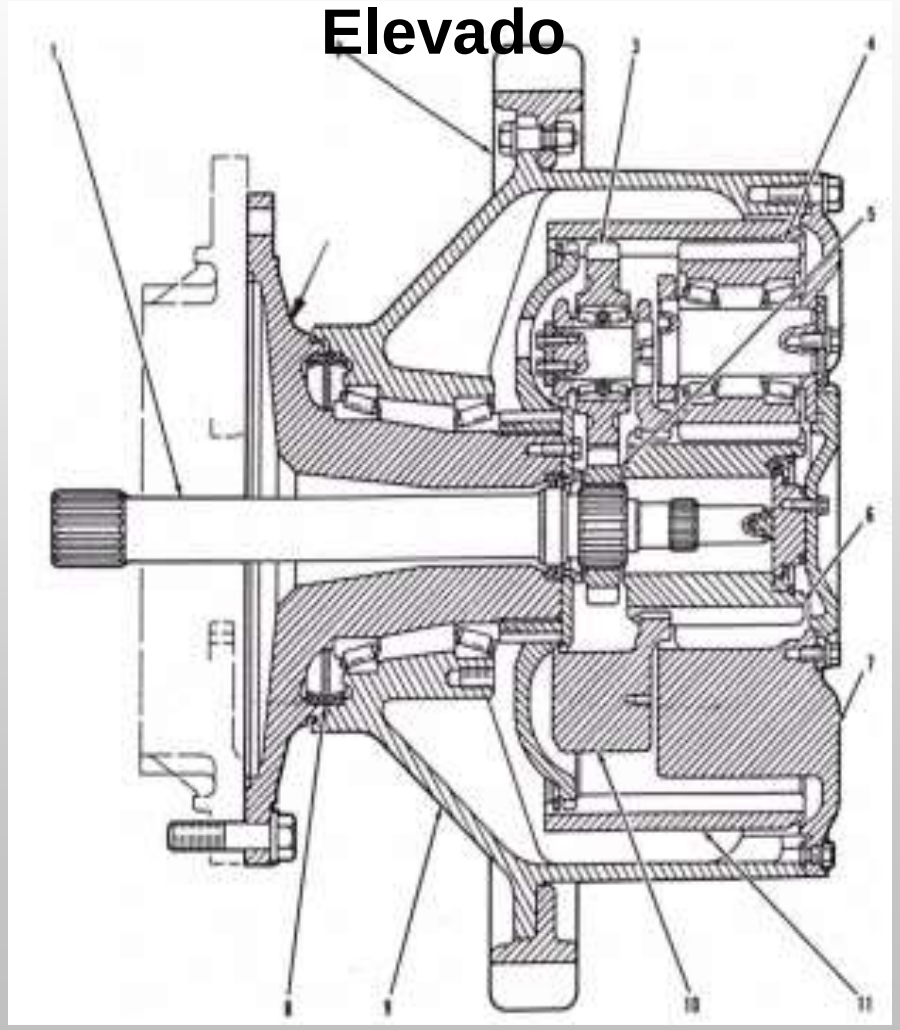


www.OROSCOCATT.com

www.MAQUINARIAS-PESADAS.org

RECORRIDO DE FUERZAS

Mando Final de Tractor de Orugas de Sprocket Elevado

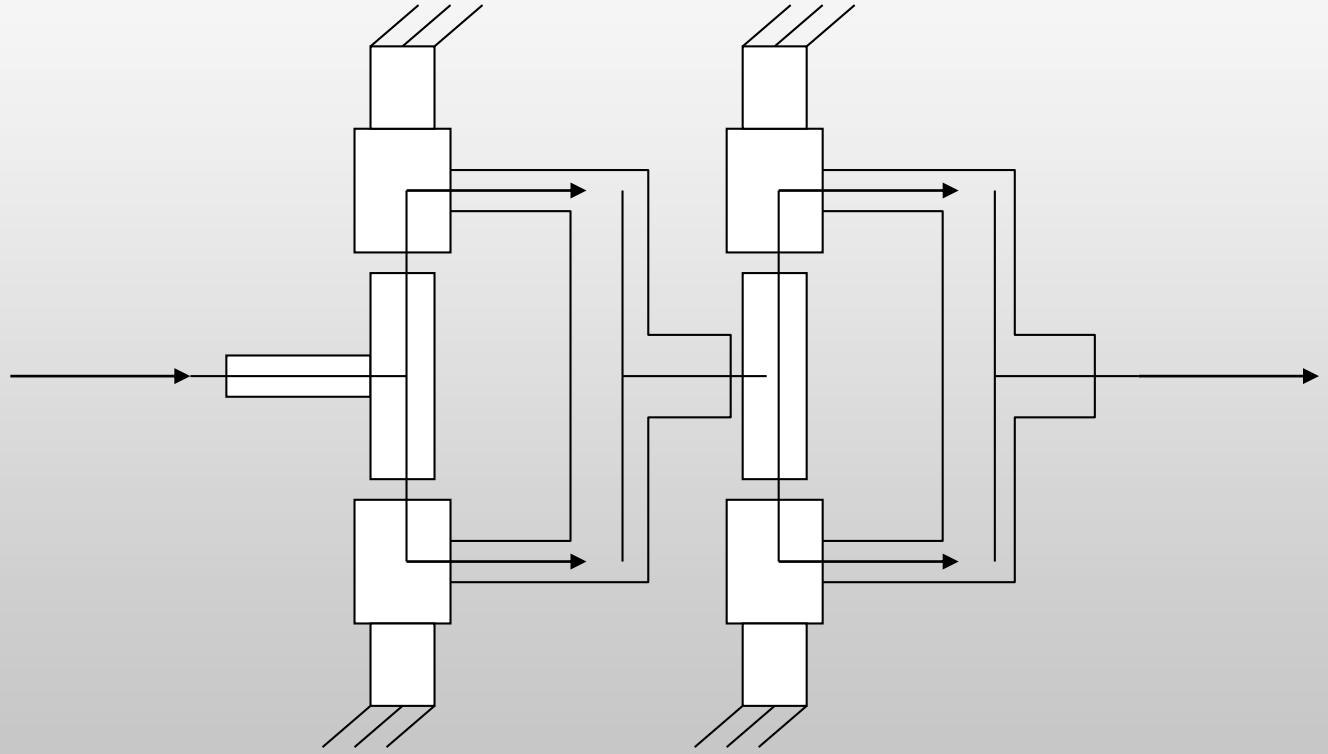


WWW.OROSCOCATT.COM

www.MAQUINARIAS-PESADAS.org

RECORRIDO DE FUERZAS

Mando Final de Tractor de Orugas de Sprocket Elevado



www.OROSCOCATT.com

WWW.MAQUINARIAS-PESADAS.ORG

MANTENIMIENTO

–Revisar el nivel de aceite cada 250h.

–Cambiar el aceite cada 2000h.

–Verificación y/o cambio de rodamientos, bujes, ejes de planetarios, arandelas de empujes.

–Cambio de sellos, o’rings, duocone.

–Precargar los rodamientos cónicos.

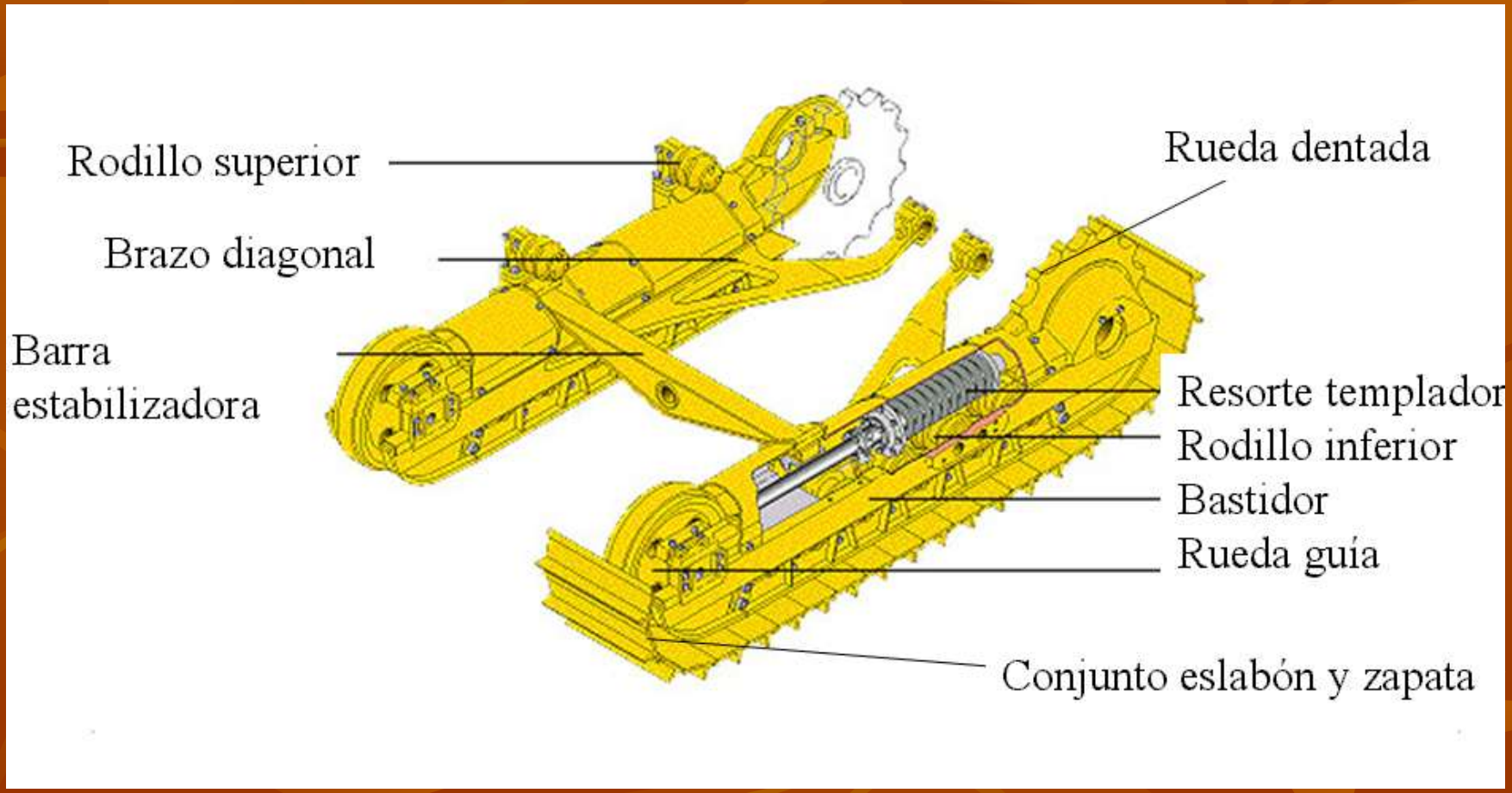


WWW.OROSCOCATT.COM

TREN DE RODAJE DE ORUGAS



PARTES DEL TREN DE RODAJE



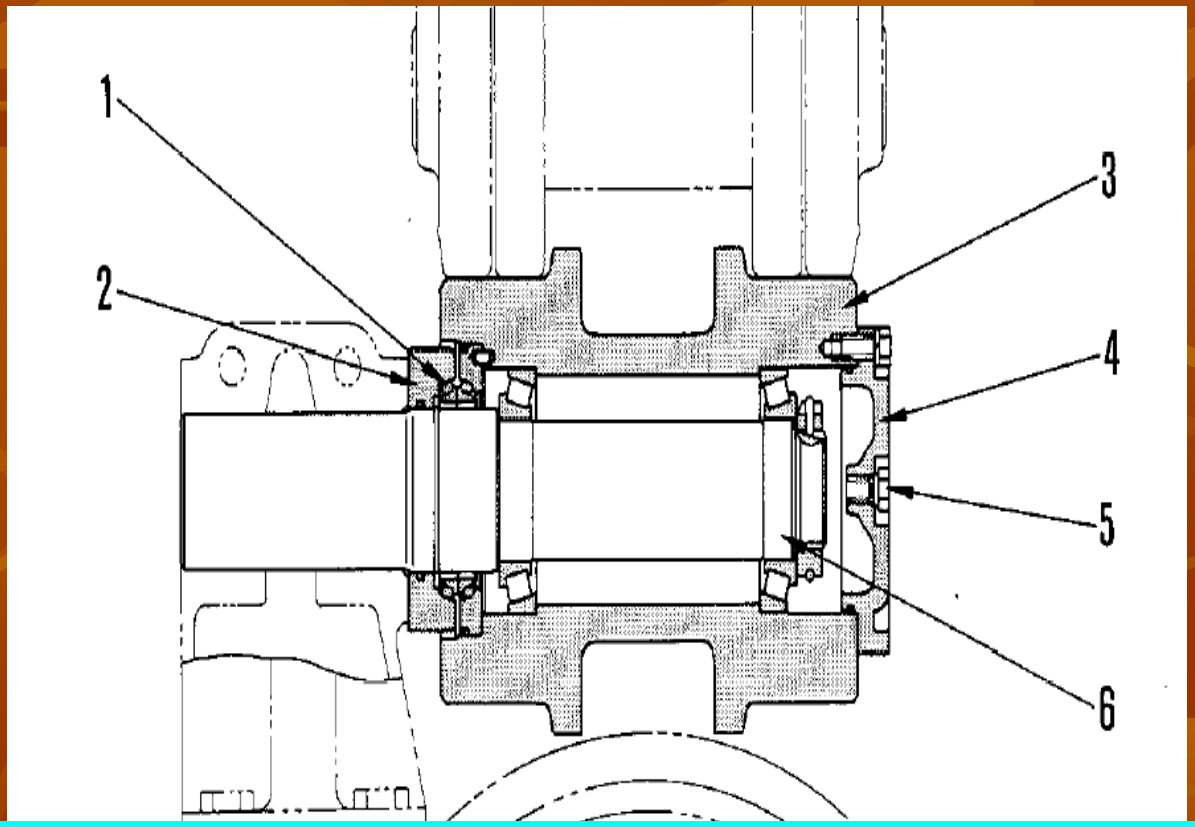
PARTES DEL TREN DE RODAJE

Rodillos superiores



PARTES DEL TREN DE RODAJE

Rodillos superiores (Partes)



1. Sellos
2. Collar
3. Cuerpo del rodillo
4. Tapa
5. Tapón
6. Eje

Soportan el peso de la cadena, Las pestañas guían a los eslabones para mantener la cadena en su lugar

PARTES DEL TREN DE RODAJE

Rodillos inferiores





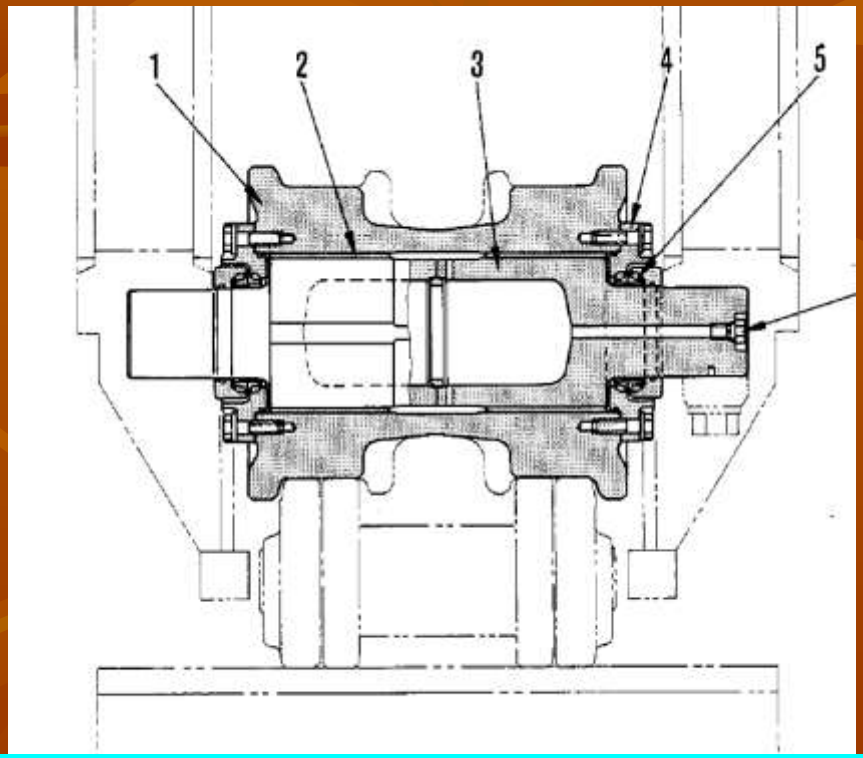
Rodillo inferior del tipo de pestaña sencilla



Rodillo inferior del tipo de pestaña doble

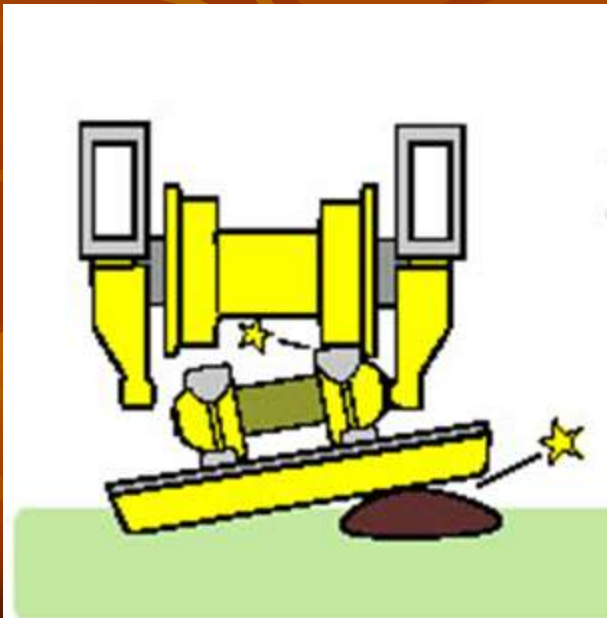
PARTES DEL TREN DE RODAJE

Rodillos inferiores (Partes)



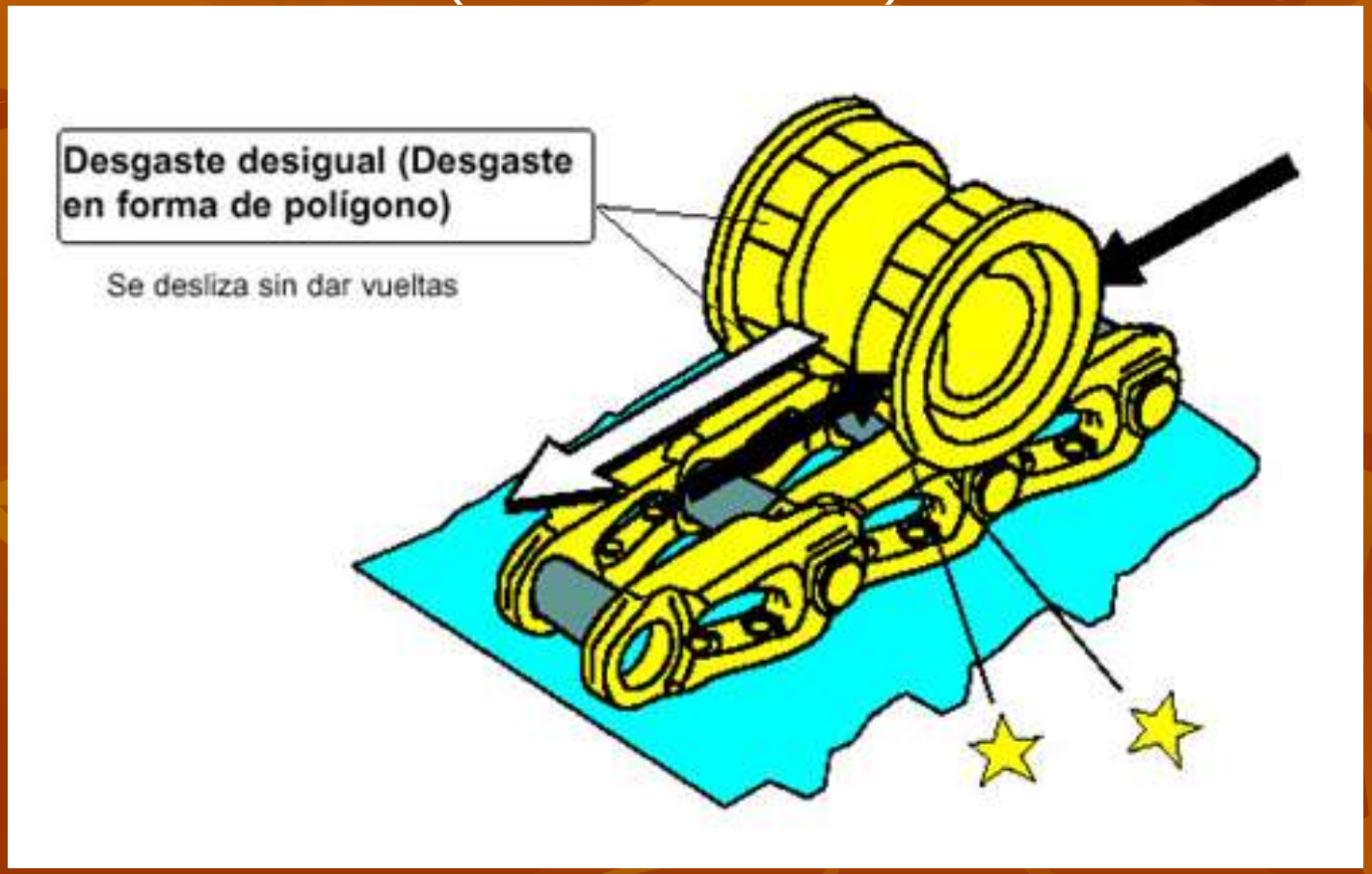
1. Cuerpo
2. Bocina (espejos)
3. Porta bocinas
4. Collar
5. Sellos duocone
6. Orificio de lubricación

Soporta el peso de la maquina, Mantienen a la cadena en contacto contra el suelo en todo momento
Evita que los eslabones hagan zigzag



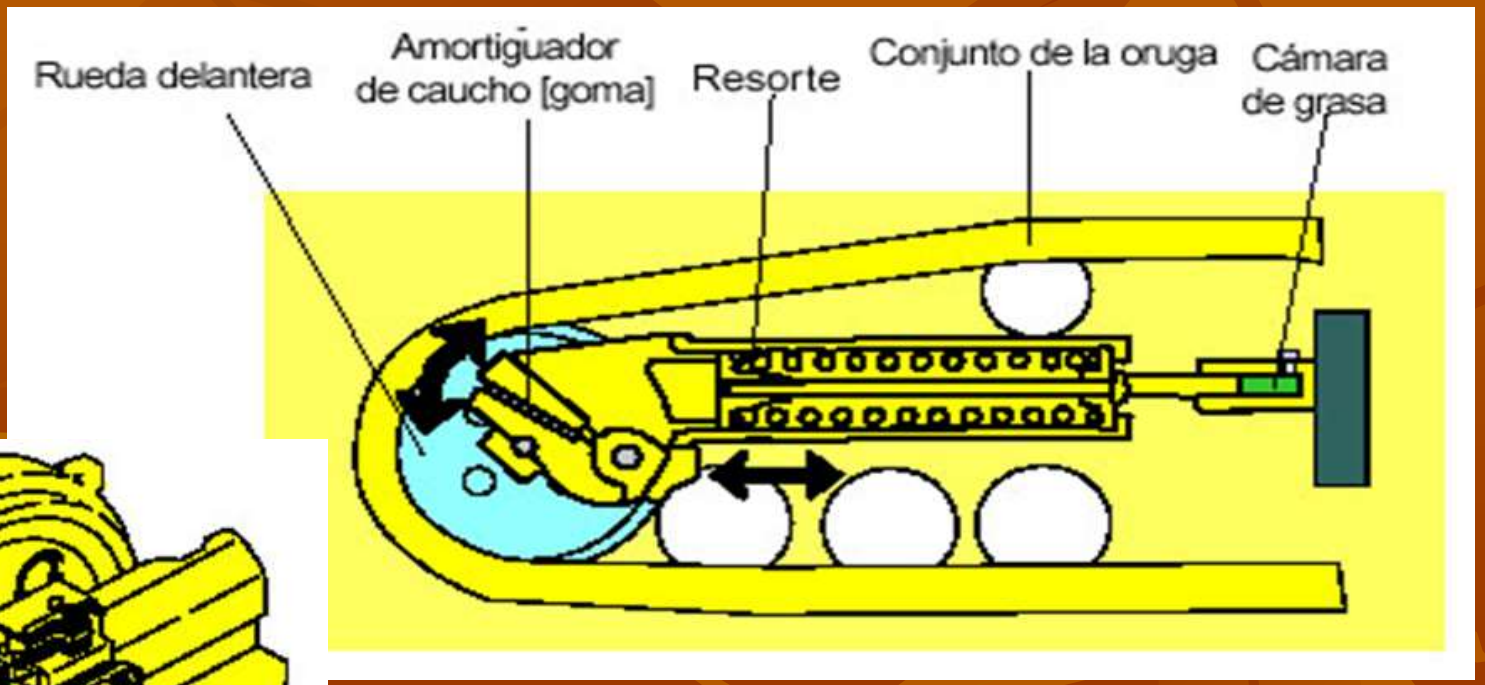
PARTES DEL TREN DE RODAJE

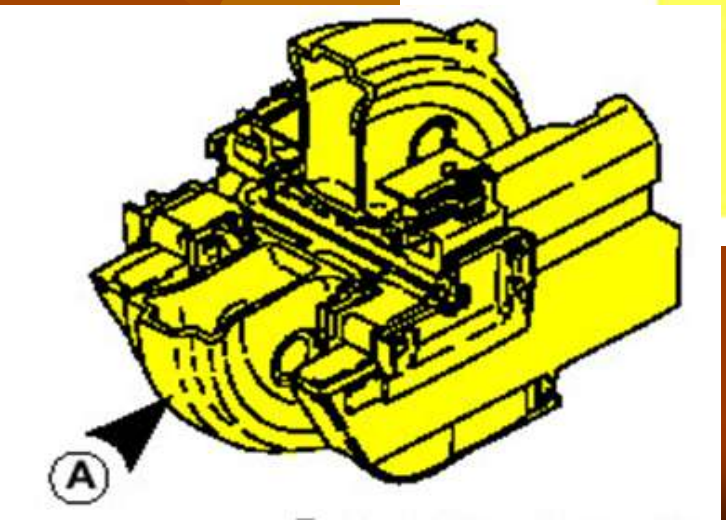
Rodillos inferiores (Mantenimiento)



PARTES DEL TREN DE RODAJE

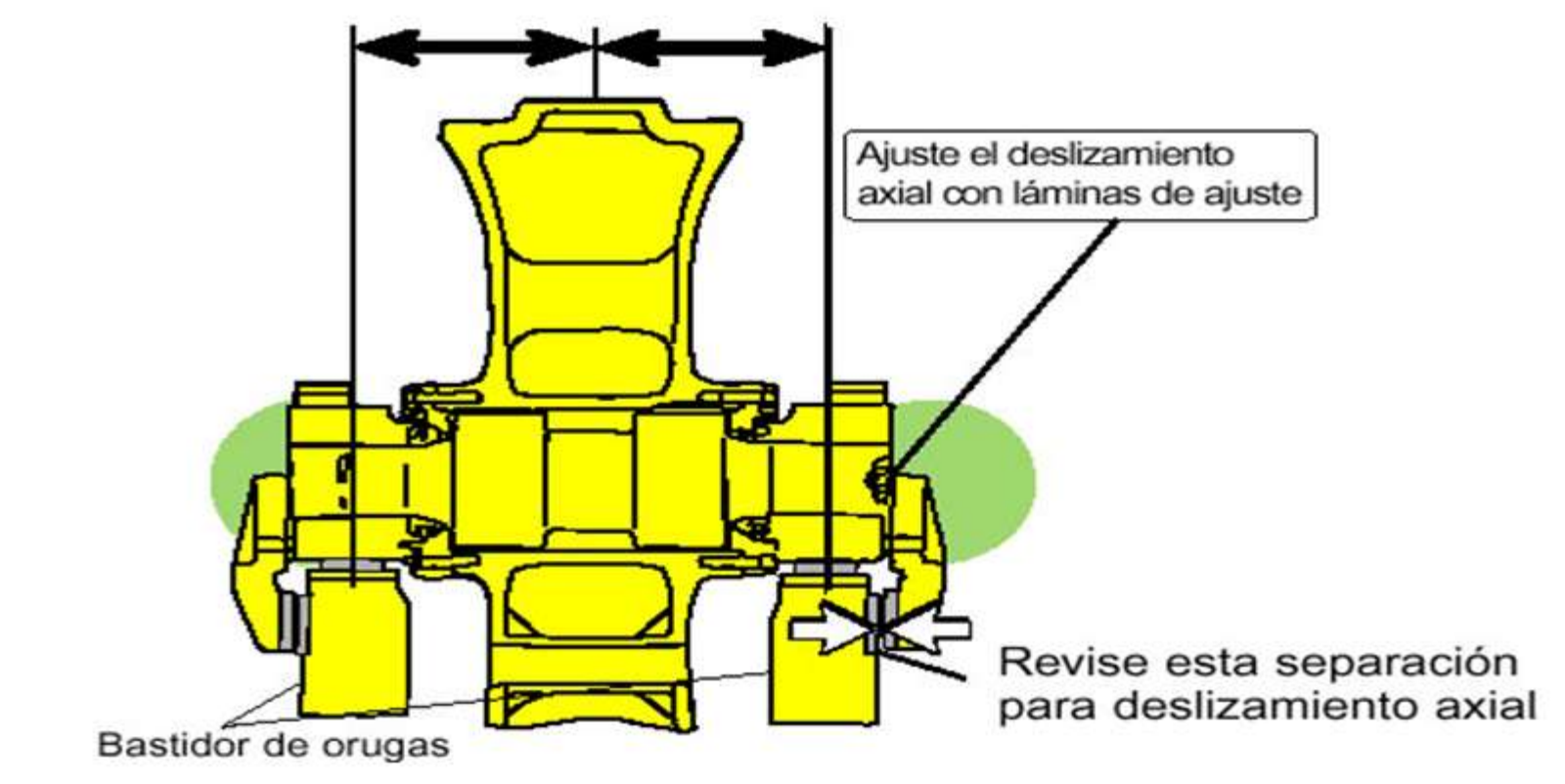
Rueda guía





PARTES DEL TREN DE RODAJE

Rueda guía (Mantenimeinto)



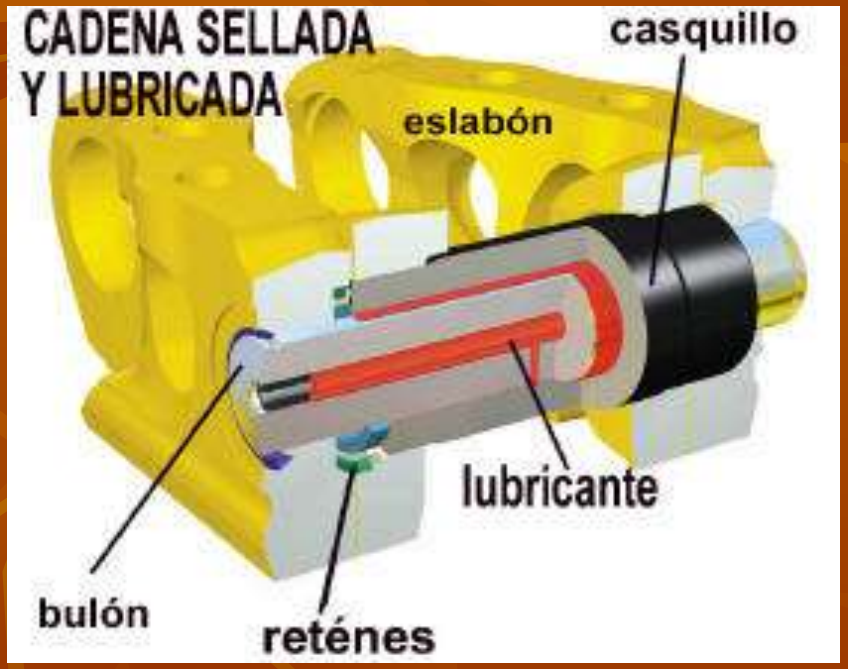
PARTES DEL TREN DE RODAJE

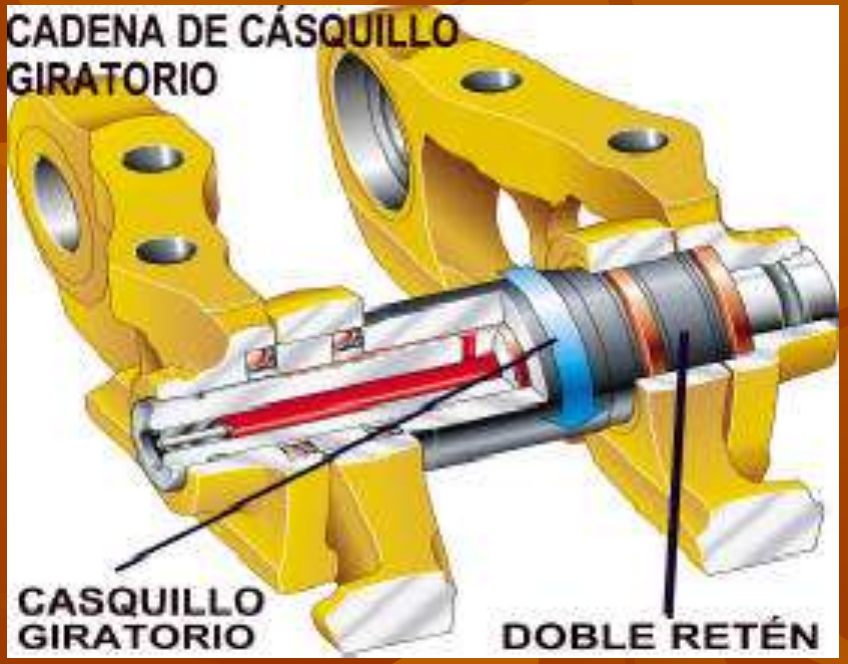
Eslabones



PARTES DEL TREN DE RODAJE

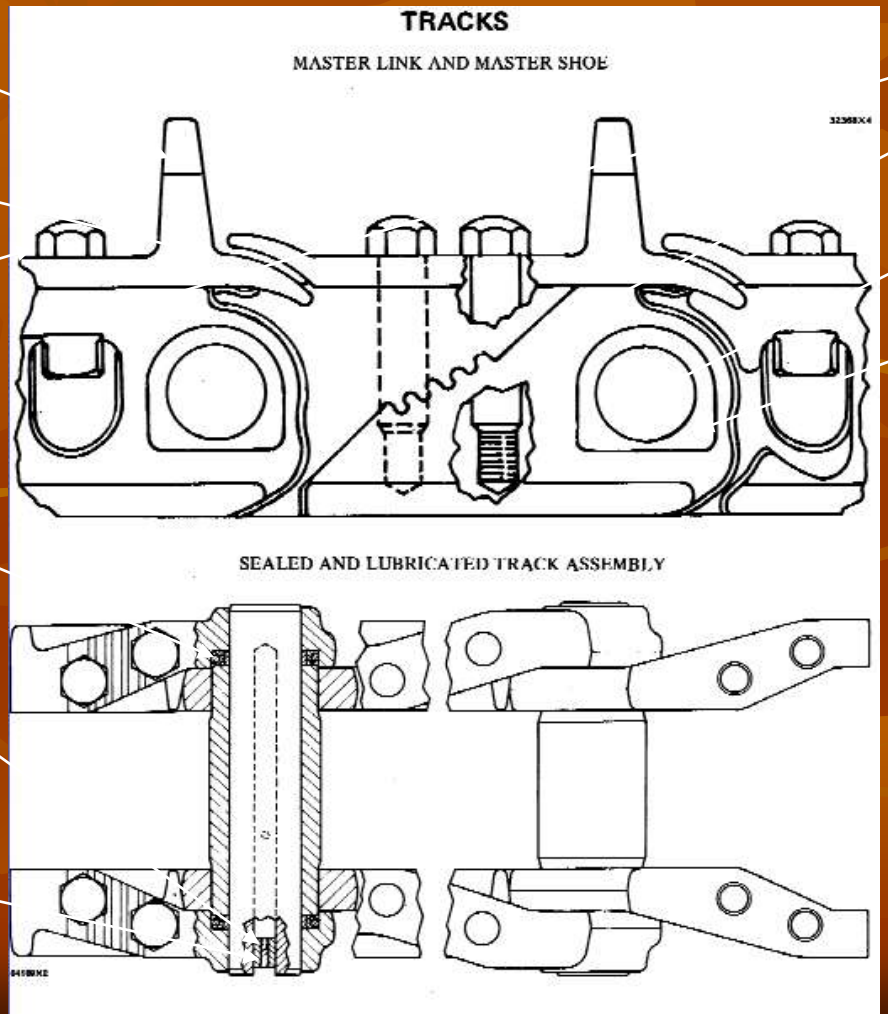
Eslabones (Tipos)





PARTES DEL TREN DE RODAJE

Eslabones (Partes)



Garra

Zapata

Perno

Anillo de tope

Tapón

Clavija

Eslabón

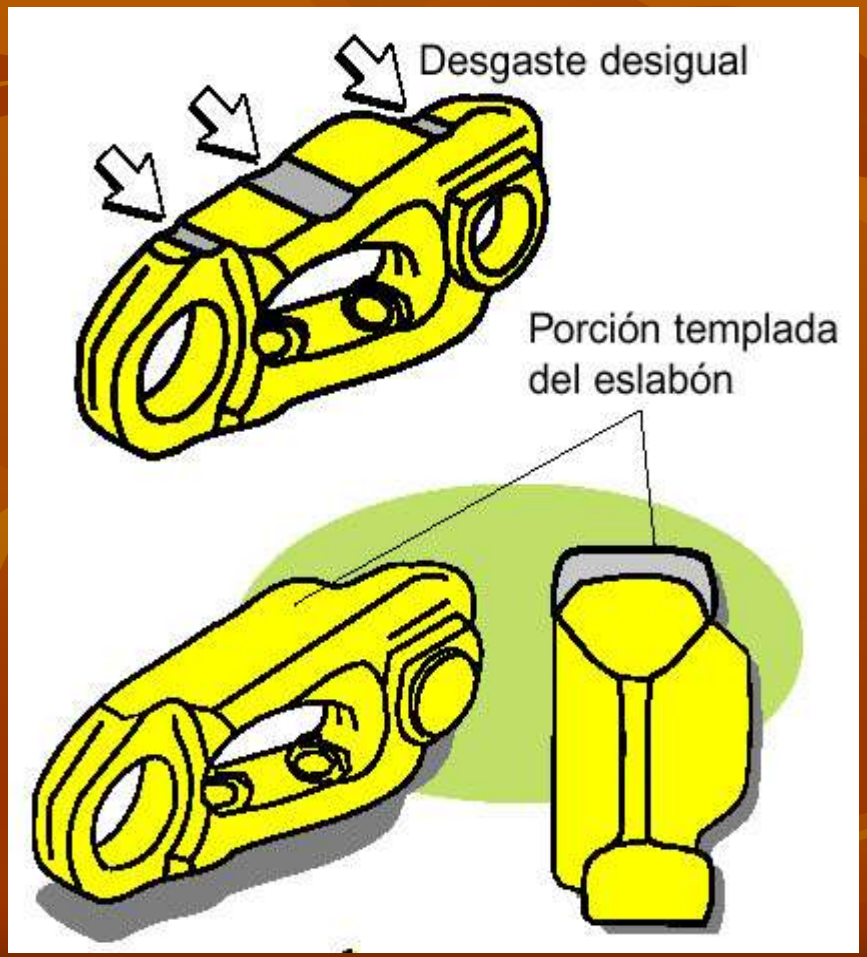
Eslabón maestro

Pin

Buje

PARTES DEL TREN DE RODAJE

Eslabones (Mantenimiento)

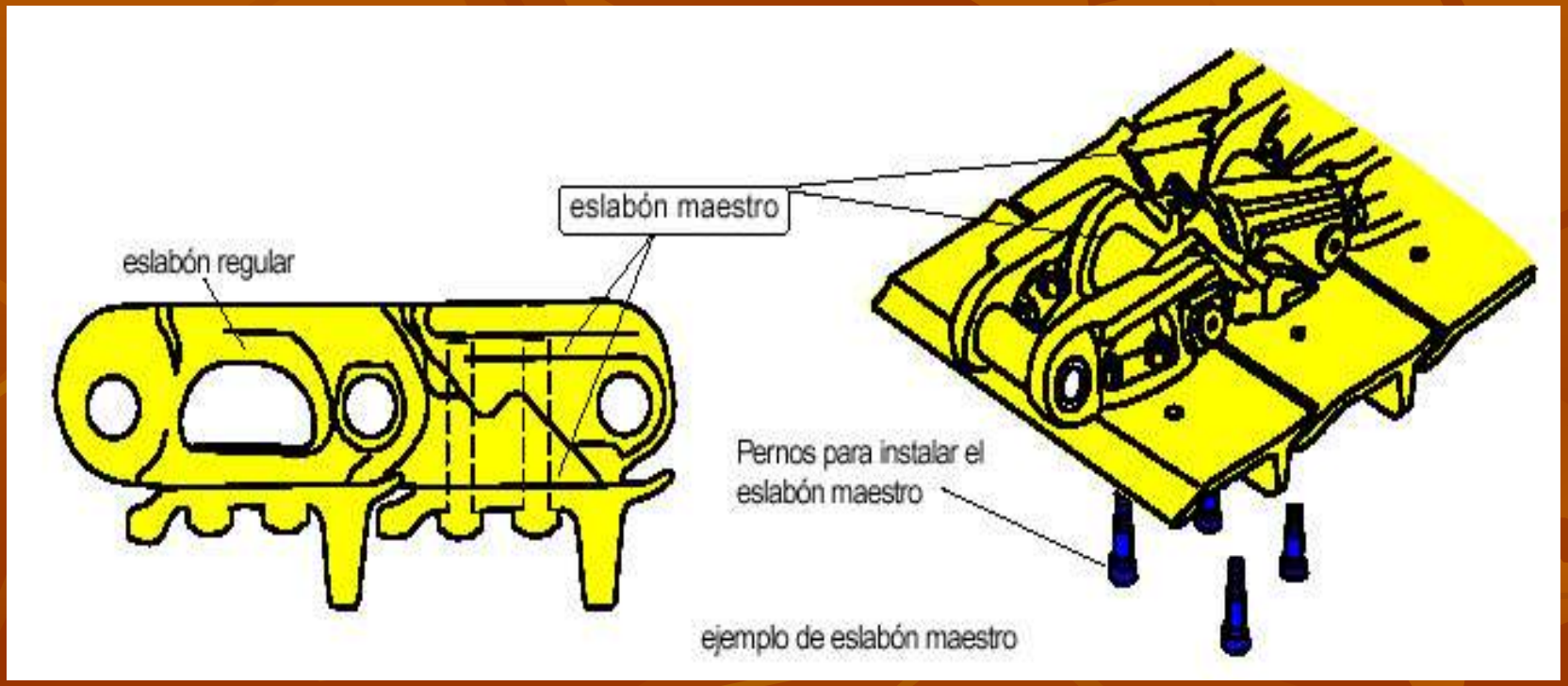


La superficie de rodamiento del eslabón esta sometida a desgaste desigual debido al contacto con la rueda tensora

PARTES DEL TREN DE RODAJE

Eslabones (Mantenimiento)

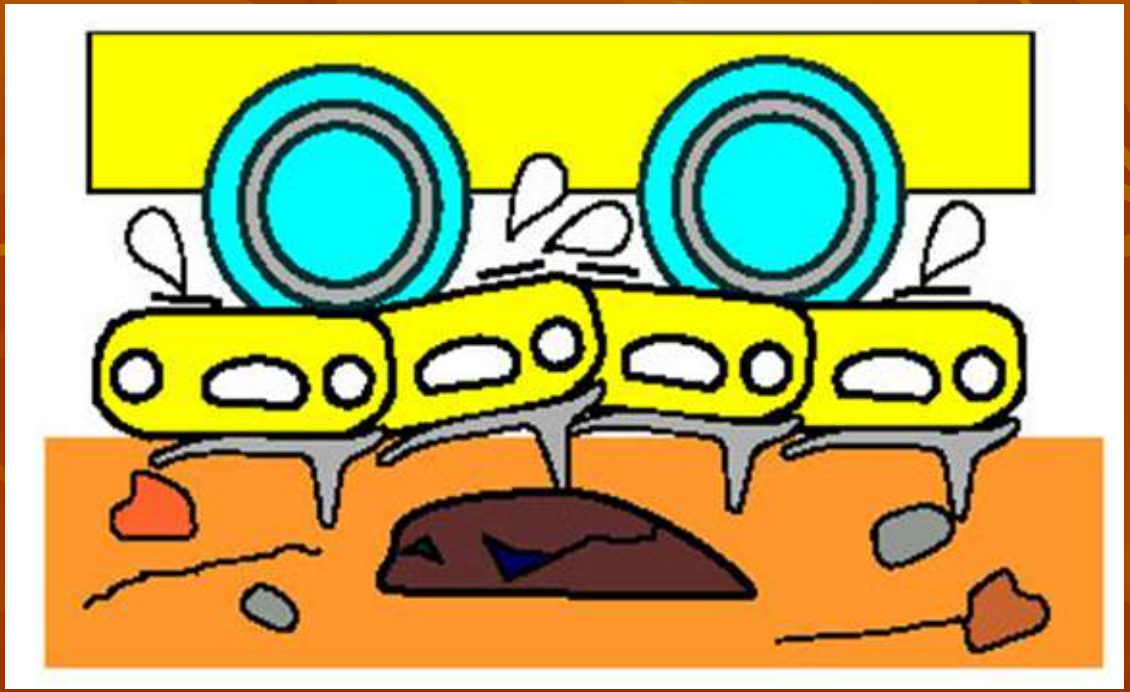
- Fácil desmontaje y montaje
- Las zapatas están montadas con pernos



PARTES DEL TREN DE RODAJE

Eslabones (Consideraciones)

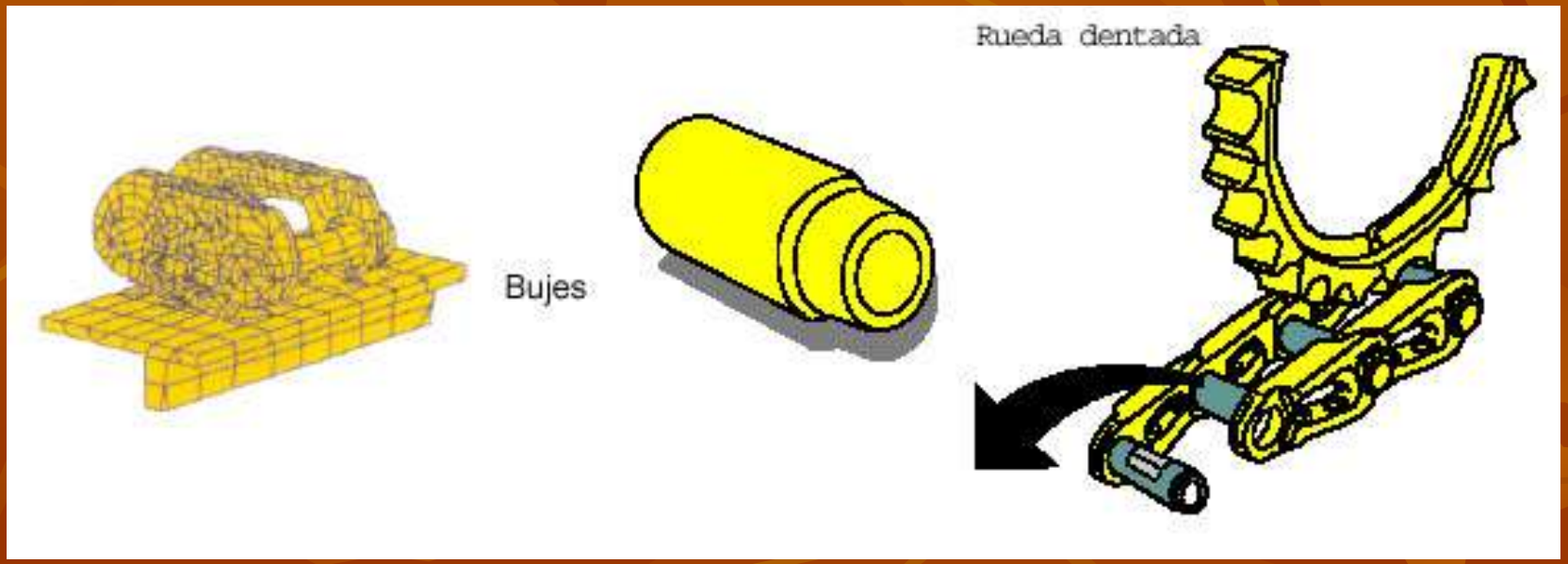
- Los eslabones de la cadena están sometidos a grandes cargas de Tensión, Flexión y fricción



PARTES DEL TREN DE RODAJE

Bujes (Consideraciones)

Las cualidades esenciales de un buje son la tolerancia a la fatiga y la resistencia al desgaste. Debido a que tanto la superficie interior como el diámetro exterior del buje están sometidos a fricción y desgaste con el uso regular, el buje se tiempla para aumentar su durabilidad.



PARTES DEL TREN DE RODAJE

Mantenimiento periódico de los eslabones de la oruga

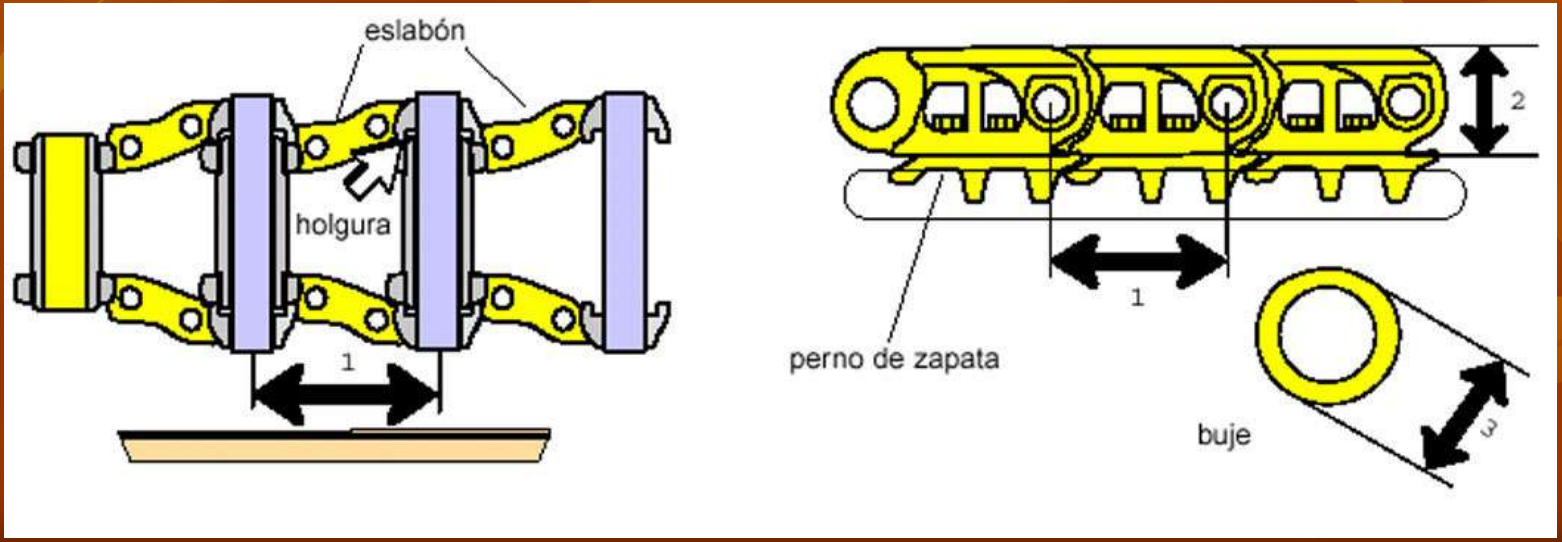
1.Paso del eslabón: Medir la relación de desgaste del diámetro interior del buje y del diámetro exterior del pasador.

2. Altura de la superficie de rodamiento del eslabón: Medir el grado de desgaste en la superficie de rodamiento del eslabón.

3.Diámetro exterior del buje: Medir el grado de desgaste.

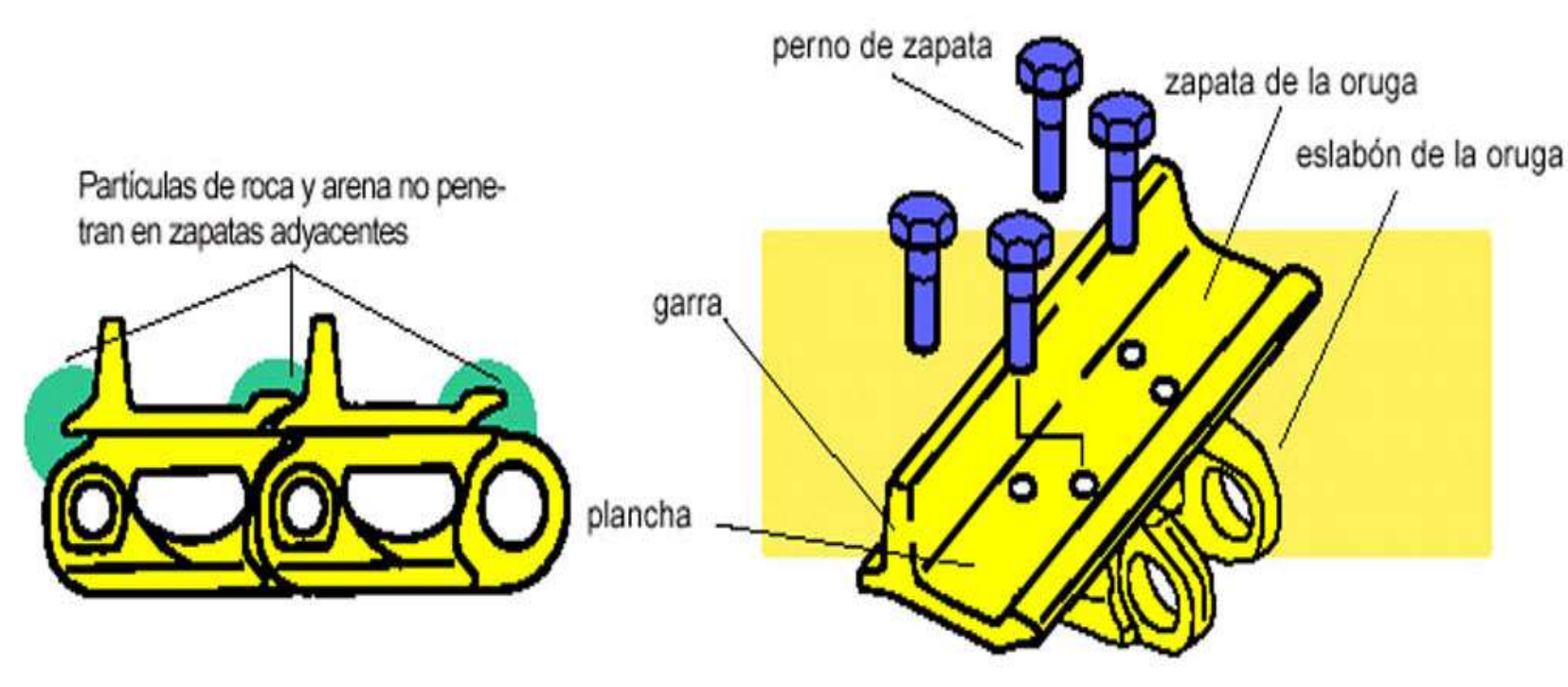
Además, revisar también la holgura entre los eslabones y ver si tienen algunas cuarteaduras.

Verificar si se han aflojado los pernos de las zapatas.



PARTES DEL TREN DE RODAJE

zapatas

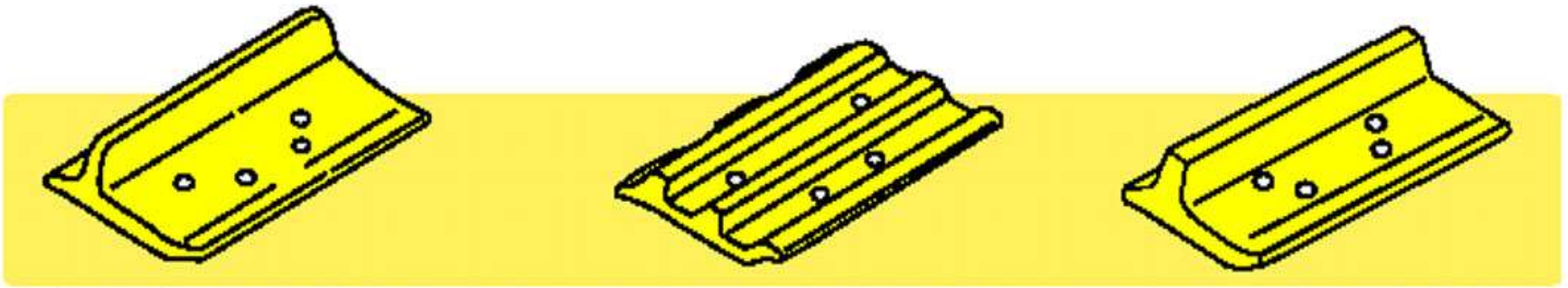


PARTES DEL TREN DE RODAJE

Zapatas

Existe variedad de tipos de zapatas para distintas labores y condiciones de terreno.
Una forma ideal para reducir los costos de reparación y mantenimiento es la selección de una zapata tan estrecha como sea posible.

Varios tipos de zapata



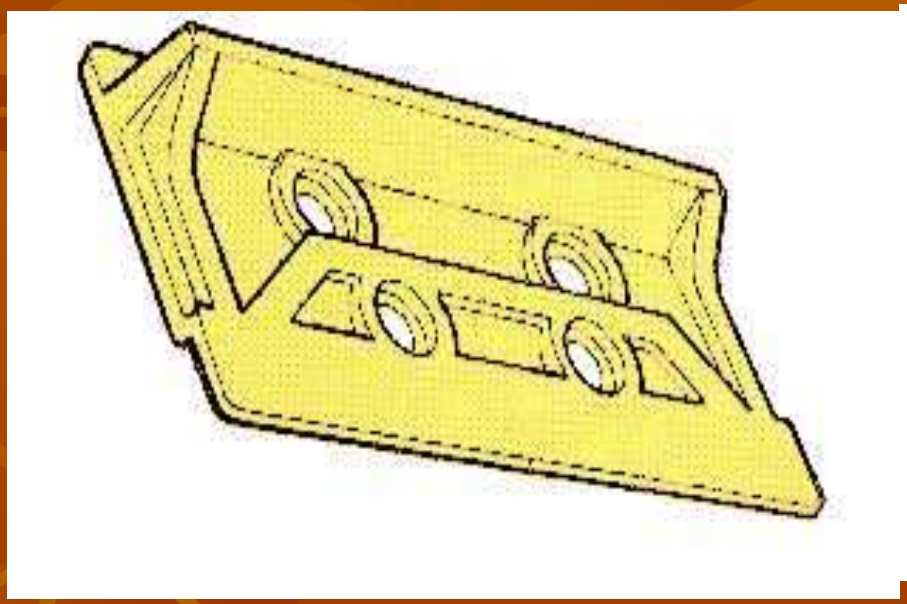
Zapatas de una garra
(Para bulldozers)
Para condiciones genenrales de solidos

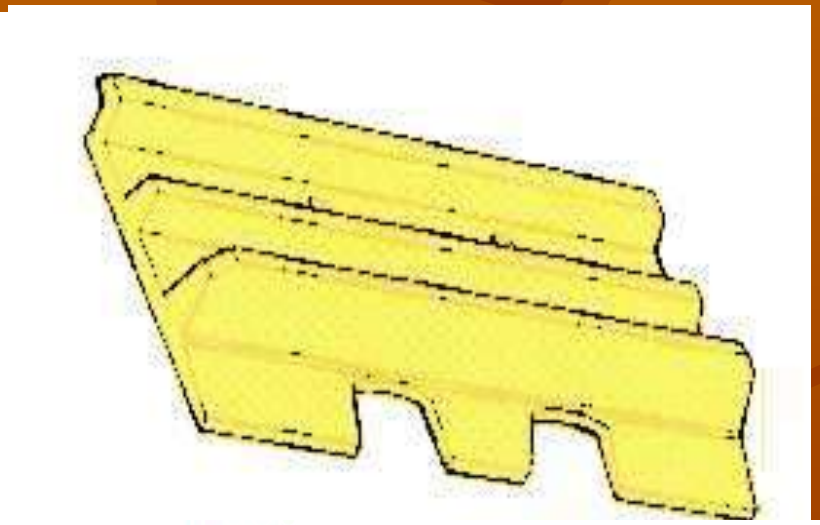
Zapatas de triple garra (Para palas cargadoras y excavadoras hidráulicas)
Para condiciones duras y sólidas.

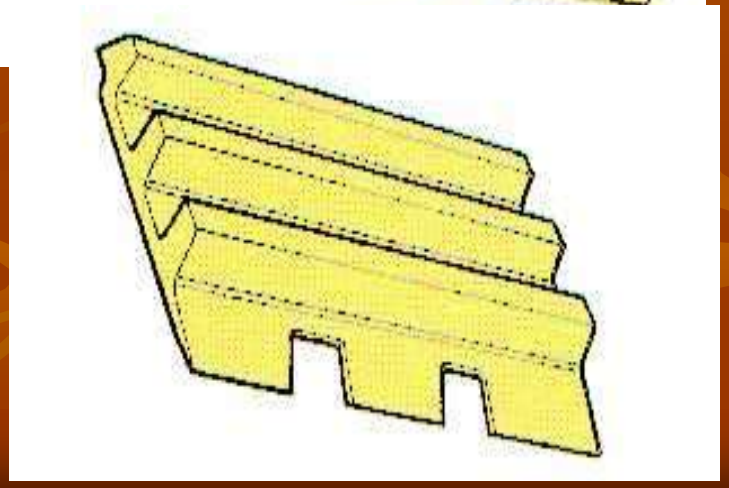
Zapata para trabajos duros
(Para bulldozers)
Terrenos rocosos y duros.

PARTES DEL TREN DE RODAJE

Zapatas



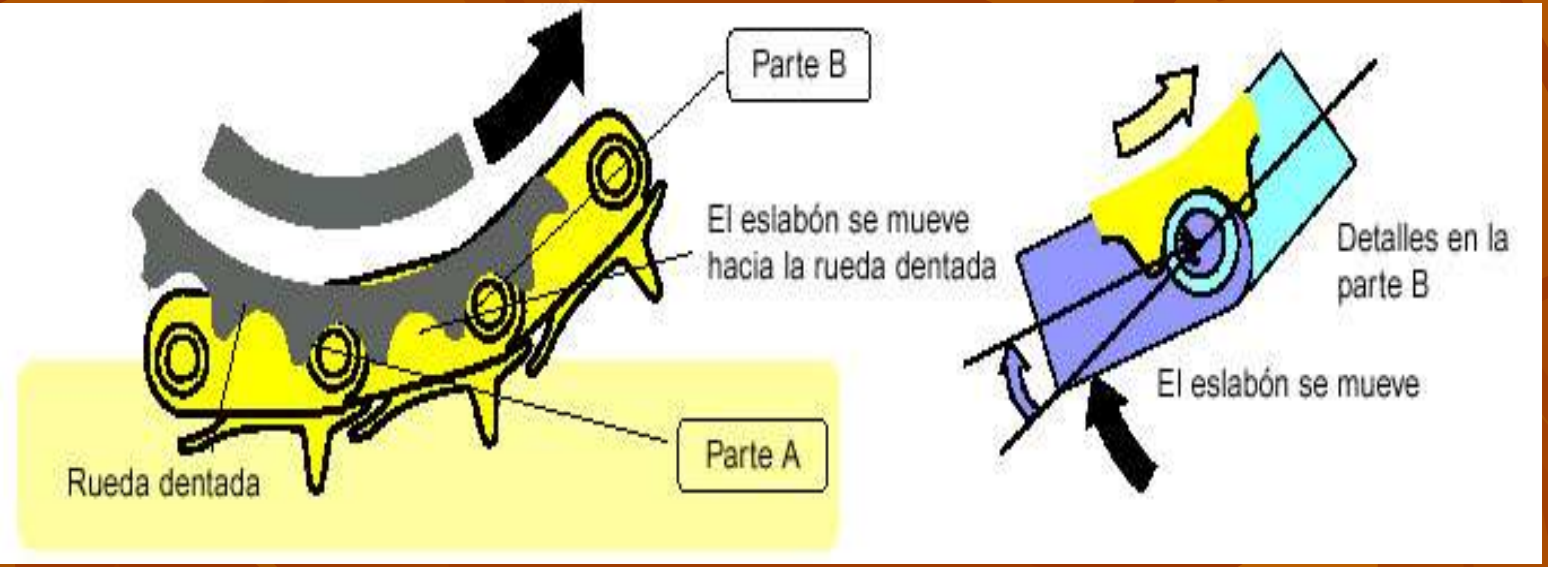




PARTES DEL TREN DE RODAJE

RUEDA DENTADA (SPROCKET)

Contacto entre la rueda dentada y los eslabones



PARTES DEL TREN DE RODAJE

RUEDA DENTADA (Puntos de desgaste)

