

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



**“BASES TÉCNICAS PARA LA ELABORACION DE MANUALES  
DE SEGURIDAD E HIGIENE OCUPACIONAL PARA LA  
CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS, ETAPA DE TERRACERÍA”**

PRESENTADO POR:  
**SANTOS AYALA HÉRCULES  
ROLANDO BERNAL DÍAZ  
EVER ANTONIO MORENO RODRÍGUEZ**

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

CIUDAD UNIVERSITARIA, ENERO DE 2013

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTOR :  
**ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO**

SECRETARIA GENERAL :  
**DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

DECANO :  
**ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL**

SECRETARIO :  
**ING. JULIO ALBERTO PORTILLO**

**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

DIRECTOR :  
**Ph. D. EDGAR ARMANDO PEÑA FIGUEROA**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:  
**INGENIERO CIVIL**

Título :

**“BASES TÉCNICAS PARA LA ELABORACION DE MANUALES  
DE SEGURIDAD E HIGIENE OCUPACIONAL PARA LA  
CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS, ETAPA DE TERRACERÍA”**

Presentado por :

**SANTOS AYALA HÉRCULES  
ROLANDO BERNAL DÍAZ  
EVER ANTONIO MORENO RODRÍGUEZ**

Trabajo de Graduación Aprobado por :  
Docentes Directores :

**ING. JOSÉ RANULFO CÁRCAMO Y CÁRCAMO  
ARQ. MARIO ALONSO MARTÍNEZ OSEGUEDA**

San Salvador, Enero de 2013

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docentes Directores:

**ING. JOSÉ RANULFO CÁRCAMO Y CÁRCAMO**

**ARQ. MARIO ALONSO MARTÍNEZ OSEGUEDA**

## **AGRADECIMIENTOS**

A **Dios** por habernos dado fuerza y sabiduría en estos años de estudio, ayudándonos a lograr nuestros objetivos.

A nuestras familias por brindarnos apoyo y consejos impulsándonos a alcanzar nuestros ideales y nuestras metas.

A todos nuestros amigos por los momentos compartidos en la Universidad, por haber creído y confiado en nosotros.

A todos nuestros profesores y amigos por los momentos vividos en la Universidad, por instruirnos y transmitirnos sus conocimientos para formar en nosotros buenos profesionales.

A la Empresa **DISA, S. A de C. V**, que por medio del Ingeniero Jaime Cortez Jiménez Gerente de Proyectos de Carreteras de la empresa y la Arquitecta Patricia Pimentel de Montes encargada de la Seguridad Ocupacional de la empresa, nos brindó información que ha sido de valiosa ayuda para realizar el presente Trabajo de Graduación.

A nuestros asesores Ingeniero José Ranulfo Cárcamo y Cárcamo y Arquitecto Mario Alonso Martínez Osegueda, por su valiosa ayuda y su colaboración desinteresada en la elaboración de este Trabajo de Graduación.

**Santos, Rolando y Ever**

## **DEDICATORIA**

**Gracias doy a Dios** por estar conmigo en todo momento; por darme salud, inteligencia, sabiduría y los recursos necesarios para poder alcanzar la meta propuesta.

A mi madre, María Teresa Ayala por servir como instrumento de Dios para traerme al mundo.

A mi primo, José Martínez y su esposa Maura Morales, por brindarme su apoyo incondicional en los momentos que más necesité para superarme en la vida.

A mi esposa Carmen Noemí Valdez de Ayala por brindarme su amor y apoyo incondicional, ayudándome con su paciencia y abnegación para lograr las metas propuestas.

A mis hijas Karen Ivette, Verónica Elizabeth y a mi hijo Oscar Edgardo a quienes quiero mucho, siendo la razón para prepararme y alcanzar mis metas, soportando privaciones con el fin de alcanzar los proyectos personales y familiares trazados.

A mis compañeros de tesis por su apoyo, paciencia y entrega para la elaboración de todos los trabajos que realizamos juntos.

A mis asesores Ingeniero José Ranulfo Cárcamo y Cárcamo y Arquitecto Mario Alonso Martínez Osegueda por ayudarnos a realizar este Trabajo de Graduación, aportando sus conocimientos y su tiempo para el desarrollo del mismo.

A mis amigos y familiares que han estado en los momentos gratos y difíciles de mi vida, brindándome apoyo en la vida, especialmente a mi amiga María Concepción Melara, que me apoyó en los últimos días de mi Trabajo de Graduación.

A mis compañeros con los que compartí mis trabajo de grupo a lo largo de mi carrera.

A mis profesores que me transmitieron sus conocimientos a lo largo de mi carrera.

**Muchas Gracias a Todos!!!**

**Santos**

## **DEDICATORIA**

**A DIOS:** Por darme la oportunidad de vivir y permanecer a mi lado en todo momento con la alegría de tener una familia que me apoya en todo momento dándome ánimos para seguir hacia adelante y lograr la meta propuesta.

**A MI ESPOSA:** Nery de los Ángeles Flores, por su amor y ser mi ayuda idónea brindándome su tiempo, paciencia y apoyo incondicional. Agradeciéndole por los ánimos y consejos que me ha brindado hasta este momento especial de mi vida.

**A MIS HIJOS:** Anderson Rolando Bernal Flores y Angie Gabriela Bernal Flores, los amo son la razón para luchar y seguir viviendo para disfrutar de sus vidas de cariño y mucho amor.

**A MI MADRE:** María Díaz Alfaro, por su paciencia por su apoyo y carácter que me ayudó para estudiar con disciplina y amor.

**A MI PADRE:** Gilberto Bernal Alvarado, gracias padre por tu apoyo total y enseñarme a trabajar bajo metas y calidad que me fue de mucho provecho en mis estudios.

**A MI HERMANO:** Manuel Ángel Bernal Díaz, por su apoyo en tiempo de trabajos, relevándome para poder terminar mis estudios.

**A MI HERMANA:** Haydee del Carmen Bernal Díaz, por su apoyo a lo largo de mi carrera.

**A MIS AMIGOS Y AMIGAS:** que estuvieron presentes para brindarme su apoyo y comprensión en los momentos que necesite de ellos.

**A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS EN EL TRANCURSO DE LA CARRERA:** por el aporte de ideas y convivencia en cada etapa de este logro.

**Muchas Gracias a Todos!!!**

**Rolando**

## **DEDICATORIA**

**A DIOS:** por regalarme la vida y fuerzas para seguir en la lucha en cada una de las metas en el transcurso de la carrera, además de la familia y demás personas que nos presta como apoyo en todo momento.

**A MI PADRE:** Alejandro Elio Moreno, que en todo momento me ha brindado su apoyo incondicional para poder seguir adelante en cada una de las etapas que conforman este logro.

**A MI MADRE:** Rina Isabel Rodríguez, por regalarme la vida y darme las fuerzas en los momentos difíciles, la enseñanza que siempre me brindó ha sido importante en el transcurso de las etapas de mi vida.

**A MIS HERMANOS:** Josué, Alejandro, Cecilia y Wendy que creyeron en mí y me brindaron su apoyo cuando lo necesitaba.

**A MIS AMIGOS Y AMIGAS:** que estuvieron presentes para brindarme su apoyo y comprensión en los momentos que necesité de ellos.

**A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS EN EL TRANCURSO DE LA CARRERA:** por el aporte de ideas y convivencia en cada etapa de este logro.

**A NUESTROS ASESORES:** Ingeniero José Ranulfo Cárcamo y Cárcamo y Arquitecto Mario Alonso Martínez Osegueda, por brindarnos el apoyo indispensable en cada una de las etapas de nuestro Trabajo de Graduación con sus ideas y conocimiento.

**A MIS COMPAÑEROS DE TESIS:** por el buen trabajo en equipo.

**Ever**

## INDICE

INTRODUCCION .....	xv
CAPÍTULO I: GENERALIDADES .....	1
1.1 ANTECEDENTES .....	2
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
1.3 OBJETIVOS .....	5
1.3.1 OBJETIVO GENERAL .....	5
1.3.2 OBJETIVO ESPECIFICOS.....	5
1.4 ALCANCES .....	6
1.5 LIMITACIONES .....	7
1.6 JUSTIFICACIÓN.....	7
CAPITULO II: ACTIVIDADES EN EL MOVIMIENTO DE TIERRAS, ETAPA DE TERRACERIA .....	10
2.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	11
2.1.1 LIMPIEZA, CHAPEO Y DESTRONQUE .....	12
2.1.1.1 Desbroce y Limpieza.....	13
2.1.2 LIMPIEZA Y DESMONTE ADICIONAL .....	15
2.1.2.1 Desmonte .....	15
2.1.3 ELIMINACIÓN DE ESTRUCTURAS, SERVICIOS EXISTENTES Y OBSTÁCULOS .....	16
2.1.4 EXCAVACIONES .....	18
2.1.4.1 Excavación no clasificada.....	18

2.1.4.2	Sub excavación .....	18
2.1. 4.3	Excavación no clasificada de Préstamo.....	18
2.1.4.4	Cortes en Roca.....	19
2.1.5	TERRAPLENADO .....	20
2.1.5.1	Terraplenes de roca. ....	21
2.1.5.2	Terraplenes de suelo.....	21
2.1.5.3	Compactación .....	22
2.1.6	VOLADURA DE ROCAS .....	24
2.1.6.1	Voladura de Producción .....	24
2.1.6.2	Voladura Controlada .....	25
2.1.7	GEOTEXILES PARA TERRAPLENES .....	26
2.1.7.1	Estabilización de terraplén.....	27
2.1.8	EXCAVACIONES PARA ESTRUCTURAS Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS MAYORES .....	28
2.1.8.1	Excavación Estructural para Cimentación de Estructuras .....	29
2.1.8.2	Excavación Estructural para Alcantarillas.....	30
2.1.8.3	Excavación estructural para Gaviones.....	31
2.1.8.4	Relleno Estructural para Estructuras .....	32
2.1.8.5	Relleno Estructural para Gaviones. ....	33
2.1.9	EXCAVACION Y RELLENO PARA OTRAS ESTRUCTURAS .....	34
2.1.9.1	Excavación para otras estructuras .....	34
2.1.9.2	Relleno para estructuras.....	34
2.2	RELLENO PERMEABLE.....	36
2.2.1	PEDRAPLENES .....	38

2.2.2 CONFORMACIÓN DE LA SUBRASANTE .....	40
2.2.3 ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE.....	41
2.2.4 OTROS.....	42
2.2.4.1 Carga.....	42
2.2.4.2 Acarreo y Sobre acarreo.....	43
2.2.4.3 Escarificado o ripado.....	45
2.2.4.4 Extendido.....	46
2.2.4.5 Humectación o desecación .....	47
 CAPITULO III: HERRAMIENTAS MANUALES, EQUIPOS, MAQUINARIA LIVIANA Y PESADA UTILIZADA EN EL MOVIMIENTO DE TIERRAS, ETAPA DE TERRACERÍA .....	 52
3.1 HERRAMIENTAS MANUALES.....	53
3.1.1 CLASIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS .....	53
3.1.2 OTRAS HERRAMIENTAS MANUALES UTILIZADAS EN EL MOVIMIENTO DE TIERRAS, ETAPA DE TERRACERÍA. ....	58
3.2 EQUIPO DE CONSTRUCCION PARA OBRAS VIALES .....	60
3.2.1 CLASIFICACIÓN DE EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN PARA OBRAS VIALES. ....	60
3.3 MAQUINARIA UTILIZADA EN CONSTRUCCION DE CARRETERAS .....	61
3.3.1 MAQUINARIA LIVIANA .....	62
3.3.2 MAQUINARIA PESADA.....	64
3.3.2.1 Bulldozer o Topadora.....	65
3.3.2.2 Cargador frontal.....	67
3.3.2.3 Camiones Cisterna .....	70
3.3.2.4 Camiones de Volteo .....	71

3.3.2.5 Dúmpers.....	71
3.3.2.6 Excavadora .....	73
3.3.2.7 Martillo Hidráulico.....	76
3.3.2.8 Motoniveladora .....	78
3.3.2.9 Mototralla .....	81
3.3.2.10 Perforadora Hidráulica .....	83
3.3.2.11 Retroexcavadora.....	84
3.3.2.12 Compactadora de Rodillo Liso.....	86
3.3.2.13 Rodillo Neumático .....	87
3.3.2.14 Rodillo Pata de Cabra.....	88
3.3.2.15 Rodillo Liso Vibratorio .....	89
3.2.2.16 Transporte para Maquinaria Pesada o Tracto camión ( Low boy) .....	91

CAPÍTULO IV: DEFINICIONES BÁSICAS, RIESGOS Y SU TIPIFICACIÓN EN EL MOVIMIENTO DE TIERRAS Y EN LA MAQUINARIA UTILIZADA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS, ETAPA DE TERRACERÍA .....	92
---	----

4.1 DEFINICIONES.....	93
4.1.1 Accidente de trabajo .....	93
4.1.2 Enfermedades ocupacionales.....	94
4.1.3 Higiene ocupacional .....	94
4.1.4 Peligro .....	95
4.1.5 Riesgo.....	95
4.1.6 Riesgo ocupacional.....	96
4.1.7 Salud ocupacional.....	96
4.1.8 Seguridad ocupacional.....	96

4.1.9 Señales de seguridad.....	97
4.1.10 Colores de seguridad .....	97
4.1.11 Trabajo.....	97
4.1.12 Máquina.....	97
4.1.13 Operador de maquinaria .....	98
4.1.14 Señalista.....	98
<b>4.2 CLASIFICACION DE LOS RIESGOS .....</b>	<b>98</b>
4.2.1 Riesgos Físicos .....	98
4.2.2 Riesgos Químicos .....	99
4.2.3 Riesgos Biológicos .....	100
4.2.4 Riesgos Disergonómicos .....	100
4.2.5 Riesgos Mecánicos .....	101
4.2.6 Riesgos Psicosociales .....	101
<b>4.3 MOVIMIENTO DE TIERRAS.....</b>	<b>102</b>
4.3.1 Riesgos más frecuentes.....	102
<b>4.4 TIPIFICACIÓN DE RIESGOS EN MOVIMIENTO DE TIERRAS, ETAPA DE TERRACERÍA. ....</b>	<b>102</b>
4.4.1 HERRAMIENTAS MANUALES.....	103
4.4.2 MAQUINARIA LIVIANA .....	104
4.4.3 MAQUINARIA PESADA .....	106
4.4.3.1 Maquinaria de Corte y Empuje (Bulldozer, Motoniveladora y Mototraílla) .....	106
4.4.3.2 Maquinaria de Excavación y Carga (Excavadora, Cargador Frontal y Retroexcavadora).....	108
4.4.3.3 Maquinaria para Acarreo y Descarga ( Dumpers, Camión de volteo y Camión cisterna).....	110

4.4.3.4 Maquinaria para Rompimiento y Perforación ( Martillo Hidráulico y Perforadora Hidráulica) .....	111
4.4.3.5 Maquinaria para Compactación (Compactadora de rodillo liso, neumática, pata de cabra y rodillo vibratorio). .....	113
4.4.3.6 Maquinaria Para Transporte (Tractocamión O Lowboy) .....	115
4.4.4 RESUMEN DE RIESGOS Y SUS CAUSAS .....	116
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	117
5.1 CONCLUSIONES.....	118
5.2 RECOMENDACIONES.....	120
5.2.1 Recomendaciones Generales .....	123
REFERENCIAS BIBLIOGRAFIA.....	125
GLOSARIO .....	129
ANEXOS.....	133

## INTRODUCCION

El propósito de este trabajo denominado **“Bases técnicas para la elaboración de manuales de Seguridad e Higiene Ocupacional para la Construcción de Carreteras, Etapa de Terracería”**, es ayudar a las empresas públicas como privadas, a proteger a sus trabajadores de los accidentes que pueden ocurrir en los lugares de trabajos, durante la planificación, diseño y ejecución de los diferentes proyectos viales que se dan en el país, también proporcionar herramientas a las entidades regidoras para que establezcan normas para prevención de accidente, elaborando un manual por cada actividad o etapa a realizar en el movimiento de tierras, en la etapa de terracería, mediante un riguroso estudio, identificación y análisis de los riesgos físicos, químicos, biológicos, disergonómicos, mecánicos y psicosociales incluyendo las causas que los producen para minimizar la ocurrencia de accidentes y enfermedades que afecte la salud del trabajador en sus lugar de trabajo.

En este estudio encontrará una descripción de cada una de las diferentes actividades y etapas que se realizan en la construcción de carreteras en la etapa de terracería, las herramientas, equipos y maquinaria liviana como pesada y además el personal que se requiere para cada actividad.

Se proporciona una breve descripción de las herramientas y equipo manual, de la maquinaria liviana como pesada, que se utiliza para el movimiento de tierras, incluyendo una breve descripción del medio de transporte de la maquinaria pesada.

También encontrará en este estudio la definición de los conceptos básicos que proporcionan el conocimiento necesario para comprender lo referente a los riesgos y a su clasificación, los

riesgos más frecuentes en el movimiento de Tierras, la tipificación de los riesgos que más frecuentemente ocurren en las herramientas manuales, en la maquinaria liviana y en la maquinaria pesada inclusive en los operadores de las referidas maquinas y en los auxiliares(señalizadores). A la vez, se da a conocer la clasificación de la maquinaria pesada, en seis grupos de acuerdo a la similitud de funciones, que éstas realizan en el movimiento de tierras juntamente con los riesgos que ocurren al personal involucrado en cada máquina.

Por último, se da a conocer las recomendaciones para operar correctamente las herramientas, equipos y maquinaria en general, para evitar los riesgos que puedan ocurrir en las diferentes actividades del movimiento de tierra, en la etapa de terracería para la construcción de carreteras.

**CAPÍTULO I**  
**GENERALIDADES**

## **1.1 ANTECEDENTES**

En la mayoría de países centroamericanos se ha observado que en la industria de la construcción tanto en edificios como en carreteras, se han dado muchos accidentes y como consecuencia la muerte o incapacidad de muchos obreros, que por descuido o por desconocimientos de las normas de seguridad han fracasado y han terminado accidentados.

En años anteriores se ha tratado de prevenir los accidentes realizando estudios enfocados a su prevención y minimización. Como es de esperar, con el paso del tiempo los procesos de construcción sufren cambios debido a los avances de la tecnologías y a los factores económicos, por esa razón, surge la necesidad de realizar nuevos estudios, de acuerdo a normas internacionales vigentes que exigen, cuidar la salud e integridad física del trabajador, estas normas al adaptarse a nuestro medio, puedan ser muy útiles a las personas involucradas en la prevención de riesgos en la construcción de obras viales.

En la actualidad, con el fin de reducir riesgos, se deben tomar medidas urgentes para la aplicación y creación de leyes, reglamentos, instructivos y manuales, que tengan como objetivo, lograr conciencia y colaboración para su implementación en los diferentes procesos de construcción de carreteras. A la fecha en la Universidad de El Salvador se han realizado estudios con el fin de contribuir con la seguridad e higiene ocupacional de los trabajadores y es así como en Agosto de 2008, la Escuela de Ingeniería Industrial realizó un estudio sobre la Seguridad e Higiene Ocupacional en el Sector Construcción bajo el título “ Propuestas de mejoras de la Salud Ocupacional de los Trabajadores del Sector Construcción en El Salvador a través de Soluciones Ergonómicas Prácticas ”, donde se detalla las actividades que se realizan en la construcción de carreteras, especialmente en la etapa de terracería y compactación.

En El Salvador a finales del año 2006, arrancó el programa SALTRA que trata sobre la salud y trabajo para América Central en la prevención de riesgos ocupacionales, bajo la coordinación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, recolectando datos para un mejor análisis de las condiciones de seguridad y planificación estratégica de la prevención de accidentes en este caso particular, en el sector de la construcción de obras civiles en el país.

Este análisis incluye leyes, reglamentos, instructivos y manuales sobre seguridad laboral. Y los datos estadísticos sobre los accidentes, para el período 2000 a 2006, integrando también los casos registrados por el Instituto Salvadoreño del Seguro Social y el Ministerio de Trabajo. El equipo SALTRA-construcción de la Universidad de El Salvador impartió talleres y charlas sobre los temas más relevantes para preservar la salud ocupacional en el sector construcción, dirigidos a diversas entidades y a profesionales vinculados a este campo, con la participación de profesionales del proyecto de construcción de Honduras y el coordinador regional de Costa Rica.

Debido al surgimiento del Programa SALTRA, la Escuela de Ingeniería Civil realizó el estudio acerca de la Seguridad e Higiene Ocupacional en el Sector Construcción bajo el título “ Lineamientos Generales para la Aplicación de un Programa de Seguridad e Higiene Ocupacional en el Sector Construcción en El Salvador con la Cooperación del Programa SALTRA”, en el cual se identifican y clasifican los accidentes, para luego recomendar el equipo de protección personal y clasificar los factores de riesgo (químicos, físico, mecánico, biológico, social y psicosocial ) entre otros.

Por la dificultad de vigilar las condiciones en que se realiza el trabajo y los riesgos a los que están expuestos los trabajadores en la construcción de carreteras, obliga que en forma permanente se hagan esfuerzos para mejorar los entornos laborales e incrementar la eficiencia y la gestión para la prevención de los riesgos en el trabajo y evitar muchos accidentes o enfermedades de tipo laboral.

Es por ello que se tipificarán y describirán las diferentes actividades que se realizan en la construcción de obras viales en cuanto al área de terracería y compactación, para determinar los posibles riesgos y sus prevenciones, por lo que se pretende crear las “ **Bases Técnicas para la Elaboración de Manuales de Seguridad e Higiene Ocupacional para la Construcción de Carreteras, Etapa de Terracería** ”.

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la construcción de carreteras se han dado muchos accidentes y como resultado la muerte o incapacidad de muchos obreros, que por descuido o por desconocimientos de normas de seguridad laboral, en la construcción de carreteras, sucumbieron ante los accidentes no previstos con anticipación.

Debido al surgimiento de la **Ley General de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo**, aprobada el veintiuno de enero de dos mil diez, que reglamenta las condiciones que deben cumplir los lugares de trabajo, adoptando medidas de seguridad para la prevención de riesgos tanto de empleadores y trabajadores (esta ley establece los requisitos). A fin de establecer un marco básico de garantías y responsabilidades, que mantengan un adecuado nivel de protección de seguridad y salud de los trabajadores en la construcción de carreteras, en

la etapa de terracería y compactación, obligando a los empresarios y entidades afines, a tomar medidas de Seguridad para minimizar los accidentes en la ejecución de las referidas obras viales. El estudio a realizar en el presente trabajo es muy amplio, ya que involucra en la construcción de Carreteras muchas actividades que se realizan en el Movimiento de Tierras tales como: Trabajos Preliminares, Terracería, Compactación, Estabilidad de la Sub rasante, incluyendo la descripción de las herramientas, equipos y maquinarias livianas y pesadas que se utilizan en la construcción de obras viales. Además la descripción de los riesgos que ocurren en cada actividad del referido movimiento de tierras y que con ello se puedan establecer **“ Bases Técnicas para la Elaboración de Manuales de Seguridad e Higiene Ocupacional para la Construcción de Carreteras, Etapa de Terracería ”**, que puedan proporcionar los conocimientos necesarios a los ingenieros civiles, a las empresas e instituciones dedicadas a la ejecución de proyectos viales.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Establecer las **“ Bases Técnicas para la Elaboración de Manuales para la Seguridad e Higiene Ocupacional para la Construcción de Carreteras, Etapa de Terracería ”**.

#### **1.3.2 OBJETIVO ESPECIFICOS**

1. Clasificar las distintas actividades de trabajos preliminares, terracería y compactación que existen en la construcción de Carreteras y los riesgos característicos que se involucran en cada una de esas actividades.

2. Considerar el tipo y características de herramientas, equipos y la maquinaria utilizadas en la construcción de Carreteras al efectuar los trabajos de terracería y compactación.
3. Definir los tipos de riesgos que se pueden generar en todas las actividades de terracería y compactación incluyendo también los riesgos producto del uso de las herramientas, los equipos y la maquinaria en la construcción de las Obras Viales.
4. Proveer las Bases Técnicas necesarias que sirvan de referencia para la elaboración de manuales de seguridad e higiene ocupacional para cada uno de las actividades que desempeñan las personas involucradas en la construcción de las obras viales.

#### **1. 4 ALCANCES**

Describir las actividades que conforman el proceso de terracería y compactación en la construcción de carreteras desde su inicio hasta la preparación de la sub base, donde se colocará la cubierta tanto de pavimento rígido como flexible; asignando a cada una de ellas el riesgo a que estarán sujetos las personas involucradas.

El estudio comprenderá, la tipificación de las actividades que se realizan en el proceso de Movimiento de Tierras, tales como: Trabajos preliminares, terracería, compactación y estabilización de la sub base.

Establecer las bases para generar los manuales de seguridad e higiene ocupacional específicamente en la construcción de carreteras, en la etapa de terracería y compactación, tomando en cuenta la importancia de alcanzar estos parámetros para la clasificación de cada una

de las actividades que conforman las obras viales y así visualizar el personal involucrado en cada una de las actividades y con base en lo descrito asignar el riesgo de cada una de ellas.

### **1.5 LIMITACIONES**

Describir las actividades del movimiento de tierras, etapa de terracería, sin profundizar en los procesos de cada una de ellas debido que el campo de trabajo es muy amplio.

Investigará sobre el equipo a utilizar en cada uno de las actividades que conforman el movimiento de tierras, etapa de terracería; enfocándose al que presenta mayor riesgo para los operarios, auxiliares, así también al personal que se encuentre en la zona donde se lleva a cabo las actividades, sin profundizar en las especificaciones y rendimiento de la maquinaria; describiendo simplemente el equipo y el nivel de riesgo que ocasiona.

Las visitas técnicas de campo limitan en cierta manera la investigación, debido que las personas y los profesionales que brindan la información no disponen de mucho tiempo, por sus múltiples ocupaciones y exigencias de sus proyectos.

### **1.6 JUSTIFICACIÓN**

Debido que en el ramo de la ingeniería civil existe la necesidad de conocer acerca de la prevención de accidentes y sabiendo, que en la construcción de obras viales, se presentan una gran cantidad de riesgos en cada una de las diferentes etapas que la conforman, surge la

necesidad de solventar las deficiencias existentes en cuanto a la seguridad y salud, y se vuelve necesaria la creación de las bases técnicas, que sirvan para la elaboración de manuales de seguridad e higiene ocupacional en la ejecución de obras viales.

En cada una de las actividades de terracería y compactación de las carreteras en construcción, participan diferentes clases de personas, exponiéndose cada uno de ellos a grandes riesgos según la actividad que desempeñen; por lo que es importante conocer las diferentes actividades o etapas que se presentan, y poder así tipificarlas y describirlas para clasificar los riesgos que en ellas se presentan y de esa forma establecer parámetros, para la posterior elaboración de manuales que rijan las diferentes actividades que conforman la construcción vial.

Las empresas constructoras que se dedican a hacer obras de terracería y compactación, en la construcción de carreteras, así como también las entidades que subcontratan a dichas empresas, no cuentan con un documento que respalde la prevención de los accidentes, por ello no pueden exigir que los proyectos viales, se ejecuten dentro de las normas de seguridad e higiene ocupacional del personal que realiza dichos trabajos.

Debido a que en el país se está implementando la puesta en marcha del cumplimiento de **“ La Ley General de Prevención de Riesgos en los lugares de trabajo ”**, se hace necesario establecer los parámetros, para que las empresas y entidades de gobierno encargadas de la administración de los diferentes proyectos viales, cuenten con un documento de apoyo, que esté basado en la referida ley, para que los proyectos se realicen sin mayor complicación en cuanto a la salud e higiene ocupacional.

Volviéndose necesario desarrollar un programa de prevención de accidentes, principalmente en el personal que está directamente involucrado con las actividades de mayor riesgo en la etapa de terracería y compactación, sin descuidar que el personal profesional sea capacitado para prevenir accidentes, mediante el programa **SALTRA**, así como por otras organizaciones e instituciones que conozcan sobre prevención accidentes laborales.

## **CAPÍTULO II**

# **ACTIVIDADES EN EL MOVIMIENTO DE TIERRAS, ETAPA DE TERRACERÍA**

## **2.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS**

Es el conjunto de operaciones que se realizan con los terrenos naturales, a fin de modificar las formas de la naturaleza o de aportar materiales útiles en obras viales. Entre esas operaciones se encuentran las excavaciones y los vaciados, que se llevan a cabo en un terreno determinado antes de comenzar la ejecución de una obra. En el caso más general son: excavación o arranque, carga, acarreo, descarga, extendido, humectación o desecación y compactación. Además existen servicios auxiliares como refinados, saneos, etc. Las consecuencias que ocasiona un movimiento de tierras son tanto numerosas como perjudiciales en su mayoría. Los principales efectos de estas obras afectan al medio ambiente.

Un movimiento de tierra produce contaminación sonora que mientras dura la obra ocasiona efectos medio ambientales temporales que son graves cuando se trata de una obra de larga duración y con maquinaria pesada. Asimismo, un movimiento de tierra puede influir en la alteración de aguas superficiales y subterráneas, enturbiándolas con aceites o partículas sólidas.

Además provoca otros efectos como la alteración del suelo o la generación de residuos peligrosos como aceites usados, líquidos hidráulicos, baterías o pilas. Igualmente hay otros impactos como: perturbación del paisaje, eliminación o modificación de hábitats terrestres o de cubiertas vegetales. Igualmente un movimiento de tierras puede provocar cambios en los comportamientos en la fauna, grandes consumos de energía e incluso problemas legislativos.

Dicho movimiento puede realizarse en forma manual o en forma mecánica. Que previo al inicio de cualquier operación, debe efectuarse los trabajos de replanteo, previendo los accesos para maquinaria, camiones, rampas, entre otros.

### **2.1.1 LIMPIEZA, CHAPEO Y DESTRONQUE**

Son las operaciones previas a la iniciación de los trabajos de terracería y otros, teniendo por finalidad extraer y eliminar toda clase de vegetación existente, talando, destococonando, removiendo y eliminando toda clase de vegetación y desechos que estén dentro de los límites del derecho de vía y en las áreas de bancos de préstamo, detallando la vegetación que se ha designado para permanecer en su lugar, o que tenga que ser removida. Incluyendo la debida preservación de la vegetación a conservar, a efecto de evitar cualquier daño que se pueda ocasionar a la obra vial o cualquier propiedad.

En áreas donde se deba efectuar la excavación no clasificada, todos los troncos, raíces y otros materiales no convenientes, deben removerse hasta una profundidad no menor de 600 milímetros debajo de la superficie de la sub-rasante. Debiendo limpiar el área total de matorrales, troncos carcomidos, raíces y otras materias vegetales ú orgánicas susceptibles de descomposición.

#### **Materiales:**

Gasolina o Diesel

#### **Herramientas:**

Machetes, Hachas, Corvos y Motosierras

#### **Maquinaria:**

Bulldozer, Retroexcavadora, Retrocargadora y Camiones

#### **Personal:**

Maestro de obra, caporal, auxiliares

### 2.1.1.1 Desbroce y Limpieza

Consiste en extraer y retirar la maleza del terreno natural en las áreas que ocuparán las obras del proyecto vial y las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, que se encuentren cubiertas de rastrojo, maleza, bosque, pastos, cultivos, etc., incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación; además incluye la disposición final dentro o fuera de la zona del proyecto, de todos los materiales provenientes de dicho proceso, previa autorización del Supervisor pero atendiendo las normas y disposiciones legales vigentes. El desbroce y limpieza se clasificará de acuerdo con los siguientes criterios:

#### a).- Desbroce y limpieza en bosque

Comprende la tala de árboles, remoción de tocones, desraíce y limpieza de las zonas donde la vegetación se presenta en forma de bosque continuo. Todos los arboles que se talen, según el trazado de la carretera, deben orientarse para que caigan sobre la vía, evitando de esa manera afectar a vegetación no involucrada.

De encontrarse especies de flora o fauna con un importante valor genético y/o en peligro de extinción deben ser trasladados a lugares próximos de donde fueron extraídos.



Fig. 2.1 Desbroce en bosque



Fig 2. 2 Corte de tocón

**b).- Desbroce y limpieza en zonas no boscosas**

Comprende el desraíce y la limpieza en zonas cubiertas de pastos, rastrojo, maleza, escombros, cultivos y arbustos. También comprende la remoción total de árboles aislados o grupos de árboles dentro de superficies que no presenten características de bosque continuo; debe protegerse las especies de flora y fauna que hacen uso de la zona a ser afectada, dañando lo menos posible y sin hacer desbroces innecesarios, así como también considerar al entorno socioeconómico protegiendo áreas con interés económico.

**Materiales:**

Combustible

**Herramientas:**

Machetes, corvos, hacha y motosierras

**Maquinaria:**

Bulldozer, Retroexcavadora, Retrocargadora y Camiones

**Personal:**

Maestro de obra, caporal, auxiliares.



Fig. 2. 3 Escombros y maleza



Fig. 2. 4 Pastos y arbustos

## 2.1.2 LIMPIEZA Y DESMONTE ADICIONAL

Consiste en la limpieza y desmonte que se efectúen fuera de los límites señalados en los planos. Incluye la limpieza para mantener la visibilidad, eliminando la vegetación que la obstaculiza y además el retiro de árboles y troncos.

### 2.1.2.1 Desmonte

Es la eliminación de vegetación existente en el derecho de vía y en las áreas destinadas a bancos de préstamo, con el fin de evitar la presencia de materia vegetal en la obra, impedir daños a la misma y permitir buena visibilidad. Comprende también el corte de árboles y arbustos, retiro de la maleza, hierba, zacate o residuos de las siembras, retirar los troncos o tocones, además el retiro del producto del desmonte al lugar más conveniente, apilando y quemando lo no aprovechable (Medio Ambiente no permite las quemas actualmente, si no que deben disponerse adecuadamente y enterrarlas).

**Materiales:** Combustible

**Herramientas:** Motosierras, Corvos, Machetes, Hachas, etc

**Maquinaria:** Bulldozer, Retroexcavadora, Retrocargadora y Camiones

**Personal:** Maestro de obra, caporal y auxiliares (taladores y recolectores)



Fig. 2. 5 Cortando hierba y zacate



Fig. 2. 6 Eliminando capa vegetal

### 2.1.3 ELIMINACIÓN DE ESTRUCTURAS, SERVICIOS EXISTENTES Y OBSTÁCULOS

Este trabajo consiste en el retiro total o parcial de las estructuras, servicios existentes y obstáculos, las excavaciones y rellenos compactados que sean necesarios, la recuperación y utilización de los materiales, artefactos u otros bienes, cuando así se indique en las Disposiciones Especiales y la protección de las estructuras, servicios existentes y obstáculos que deban permanecer en su lugar, todo de conformidad con lo que se muestre en los planos y/o describa en las Disposiciones Especiales. Y para conocimiento general se da las siguientes aclaraciones sobre:

- **Estructuras Existentes:** Son casas, edificios, pavimentos, aceras, puentes, alcantarillas y otras estructuras.
- **Servicios Existentes:** Son los servicios públicos y privados, tales como de telecomunicaciones, ferroviarios, de energía eléctrica, tuberías de agua potable, drenajes de aguas negras o aguas lluvias.
- **Obstáculos:** Son árboles, arbustos, cultivos, plantas, postes, cercas, señales, indicadores, monumentos y otros.

Los puentes, alcantarillas, pavimentos y otras estructuras para desagüe que estén en servicio para el paso (o tránsito) no deberán ser removidos hasta tanto no se hayan hecho los arreglos con las instituciones indicadas para que se encarguen de retiro a pedido del constructor.

Las excavaciones que queden como resultado del retiro de los cimientos o de la estructura, se deben rellenar hasta el nivel del terreno circundante, y si éstas están dentro de los límites de un

terraplén o debajo de la sub-rasante, se debe compactar de acuerdo a los requisitos o normas establecidas. Cuando el trabajo incluya la demolición de casas o edificios, se debe tomar las precauciones necesarias, para evitar daños a las propiedades adyacentes y proteger la vida de las personas.

Los materiales y escombros deben retirarse del derecho de vía y ser colocados en donde se haya indicado en los planos y/o Disposiciones Especiales o lo autorice el Ingeniero Residente. No permitiendo que los desechos de demolición ingresen en las vías pluviales, carriles abiertos al tráfico o en las áreas designadas como no perturbables.

**Materiales:** Combustible y escombros

**Herramientas:** Motosierras, barras, carretillas, pico y palas

**Maquinarias:**

Bulldozer, Retroexcavadoras, Martillo Hidráulico, Pala Frontal, Minicargadora, Camiones de Volteo, Dumper.

**Personal:**

Ingeniero residente, maestro de obra, caporal, albañiles.



Fig. 2.7 Eliminación servicios existentes



Fig. 2. 8 Eliminación de edificio

## **2.1.4 EXCAVACIONES**

Consiste en la extracción de material en un terreno y previo a la construcción de terraplenes. Incluyendo el suministro, acarreo, acopio, colocación, desecho de material, formación de taludes, conformación, compactación y acabado de material de tierra y rocoso.

### **2.1.4.1 Excavación no clasificada**

Es la operación de cortar y remover cualquier clase de material independiente de su naturaleza o de sus características, dentro o fuera de los límites de construcción, para incorporarlo en la construcción de rellenos, terraplenes y cualquier elemento que implique la construcción de la carretera. Cuando se hayan completado todos los rellenos y demás elementos con el material proveniente del corte y exista material sobrante, éste tendrá que desperdiciarse y reubicarse cuando así se haya contemplado en el diseño.

### **2.1.4.2 Sub excavación**

Cuando, dentro de los límites de la carretera, se encuentre fango u otro material inadecuado para la cimentación, la sub-rasante u otras partes de la carretera, se debe excavar tal material, por lo menos a 30 centímetros debajo de la cota de la sub-rasante o a la profundidad que indique el Estudio de Suelo. Se debe rellenar la excavación efectuada, con material selecto, el cual debe ser debidamente conformado y compactado.

### **2.1.4.3 Excavación no clasificada de Préstamo**

Cuando el material proveniente del corte sea insuficiente para completar los rellenos y terraplenes de conformidad con los planos, tendrá que recurrirse a obtener materiales

provenientes de áreas ubicadas fuera de los límites de construcción o de bancos de préstamo, no deberá usar la excavación de préstamo si ello va a resultar en una excavación extra en la vía.

La excavación de préstamo incluye préstamo no clasificado, préstamo selecto y material selecto para la capa superior de la terracería o terraplén.

#### **2.1.4.4 Cortes en Roca**

Todo el material rocoso, incluyendo piedras grandes que se encuentren en el lecho del camino, debe ser excavado como sigue: transversalmente, hasta los límites laterales del citado lecho mostrados en los planos; y 300 milímetros debajo de la sub rasante. El vaciado ocasionado por la excavación, debe rellenarse hasta el nivel de la sub rasante, con material de igual calidad al de ésta o que sea aprobado por el laboratorio de suelos.

Al dinamitar la roca para formar los taludes, se debe dejar una superficie razonablemente uniforme, removiendo inmediatamente todas las rocas sueltas. La roca se debe dinamitar de acuerdo con lo indicado por el Ministerio de Defensa.

**Materiales:** Combustible, Suelos, Rocas, fango, material inadecuado, etc.

**Herramientas:** Carretillas, Picos, palas, etc.

**Maquinaria:** Bulldozer, Retroexcavadora, Cargadores Frontales, Camiones, Dumpers, etc.

**Personal:** Ingeniero residente, maestro de Obra, Caporal y Auxiliares.



Fig. 2. 9 Excavación no clasificada



Fig. 2. 10 Excavación en roca

### **2.1.5 TERRAPLENADO**

Consiste en el acondicionamiento del terreno natural que será cubierto por un relleno de material adecuado compactado por capas hasta alcanzar el nivel de subrasante. Cada capa terminada del terraplén deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a la rasante y a pendientes establecidas en los planos, deben ser rellenos y compactados perfectamente todos los agujeros y otras excavaciones pequeñas que quedan por el destronque, dentro de los límites del terraplén. La superficie del terreno, incluyendo tierra arada o suelta o la que sea erosionada debido a pequeños deslaves, deslizamientos u otras causas, se deberá nivelar a efecto de compactar el terraplén en capas uniformes.

Cuando en la construcción del terraplén se termine todo el material resultante de los trabajos de excavación, se deberá completar con material de préstamo. Todos los terraplenes se deben construir hasta llegar a la sub-rasante establecida en los planos, en capas aproximadamente paralelas a la sub-rasante indicada, salvo que en los planos se indique otra forma de construcción de dichas capas.

En el terraplén se distinguen tres zonas constitutivas:

- La zona inferior, consistente en el terreno natural escarificado, nivelado y compactado.
- La zona intermedia, consistente en el relleno propiamente dicho, que conforma el cuerpo principal del terraplén a construir por capas.
- La zona superior que corona los últimos 0.30 m de espesor compactado y nivelado para soportar directamente el afirmado de la carretera.

### **2.1.5.1 Terraplenes de roca.**

Son aquellos que se construyan con materiales que contienen el 25% o más, en volumen, de partículas de roca con un diámetro mayor que 100 milímetros, se deben construir normalmente en capas sucesivas de 300 milímetros de espesor, extendiéndose a todo el ancho de la sección típica.

El espesor de la capa puede ser mayor, cuando el tamaño de las rocas y altura del relleno lo permita. No obstante, en todo caso la capa compactada no debe de exceder de 600 milímetros de espesor. Las rocas o fragmentos de roca mayores de 600 milímetros deben ser incorporados reduciéndolos de tamaño o colocándolos individualmente.

La roca se debe reducir a un tamaño menor de 1.20 metros en su dimensión más grande y se deberá distribuir dentro del terraplén de tal forma que no queden vacíos entre las rocas. Cada capa se debe construir en tal forma que los vacíos entre las rocas grandes, se llenen con rocas pequeñas, fragmentos de la misma y/o con suelo.

### **2.1.5.2 Terraplenes de suelo**

Son aquellos compuestos principalmente de materiales que no son de roca y deben ser construidos con materiales selectos, procedentes de la excavación o de bancos de préstamo aprobados por el laboratorio de suelos; deben ser construidos en capas sucesivas, a todo lo ancho de la sección típica, y en longitudes tales, que sea posible el riego de agua y compactación por medio de los métodos establecidos.

Los espesores de las capas a ser compactadas deben ser determinados de conformidad con la capacidad de la maquinaria y equipo que se va a utilizar, debiendo efectuar pruebas, para

determinar el espesor máximo en cada caso, siempre y cuando se llenen los requisitos de compactación, que indique el laboratorio de suelos. En ningún caso, el espesor podrá ser menor de 100 milímetros compactados ni mayor de 300 milímetros compactados.

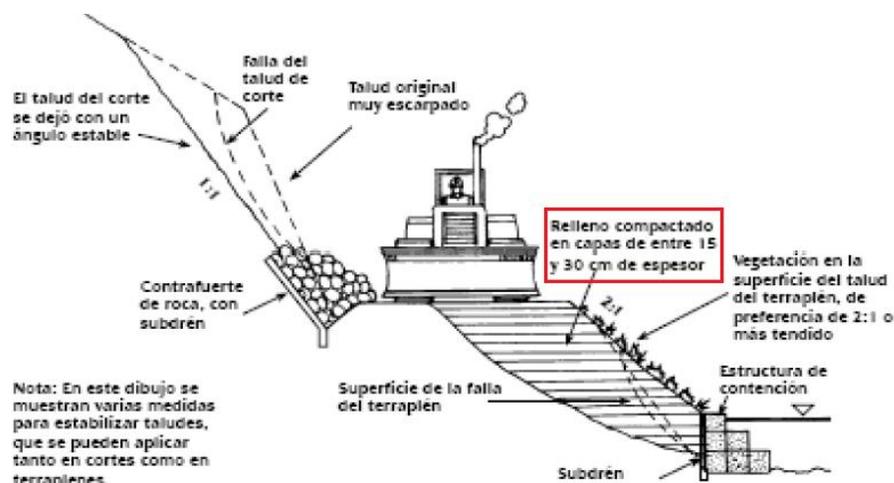


Fig. 2. 11 Construcción de Terraplén

### 2.1.5.3 Compactación

Consiste en el aporte de tierras seleccionadas y adecuadas, procedentes de la propia obra o del exterior en cuyo caso se denominan préstamos.

La compactación es una operación posterior al relleno consistente en una humectación si fuera necesaria y un apisonado, cuyo objetivo es dotar a las tierras aportadas de un grado de cohesión suficiente para la función que tengan asignada (soporte de viales, cerrado de zanjas, etc.).

Estas operaciones se realizan de forma sucesiva en ciclos de relleno-compactación en tongadas cuyo espesor es conveniente que no exceda de 20 cm de aporte por ciclo con el fin de obtener una compacidad adecuada evitando la formación de blandones: zonas de tierra insuficientemente compactada (índice Proctor inferior a 90%) que posteriormente puedan dar lugar a hundimientos del terreno.



Fig. 2. 12 Pata de cabra



Fig. 2. 13 Rodillo liso

### **Material para terraplenes**

**Roca:** material que contiene el 25% o más, en volumen, pedazos  $D > 100$  mm.

**Tierra:** material que contiene menos del 25%, en volumen, pedazos  $D > 100$  mm.

Material Selecto

**Herramientas:** Carretillas, pico y pala

**Maquinaria:**

Compactadora Pata de Cabra, Compactadora Rodillo Liso, Vibrocompactadora, Camiones y Dumpers,

**Personal:**

Ingeniero residente, maestro de obra, caporal y auxiliares

## 2.1.6 VOLADURA DE ROCAS

Consiste en fracturación de roca y construcción taludes estables de cortes utilizando técnicas de explosión de producción para fracturar la roca y de explosión controlada a lo largo de superficies especificadas.

### 2.1.6.1 Voladura de Producción

La explosión de producción contempla el uso de explosivos para fracturar roca dentro de los taludes de corte, perforando agujeros de producción y dinamitando de acuerdo con el programa de explosión, tomando todas las medidas de precaución para minimizar los daños en la superficie final de la roca. Después de la explosión revisar si hay dinamitas sin explotar antes que los trabajadores retornen a la labor de excavar la roca.

Si las operaciones de explosión de producción causaron fracturas en la cara del talud final, éstas serán reparadas o estabilizadas de una manera aprobada por el laboratorio de suelo.

La reparación o estabilización puede incluir la remoción, la colocación de pernos en la roca, dovelas en la roca u otras técnicas de estabilización.



Fig. 2. 14 Explosión de producción



Fig. 2. 15 Explosión de roca

### 2.1.6.2 Voladura Controlada

La explosión controlada es aquella en la que se utilizan explosivos para formar un plano de corte en la roca a lo largo del talud diseñado. Se utiliza equipo de perforación mecánico o electro-mecánico, que tengan un control preciso del ángulo de perforación dentro de la roca.

Las perforaciones y las detonaciones se deben hacer de acuerdo al plan de voladura, haciendo huecos con un ángulo hacia abajo o huecos para voladura perforados en abanico, para guiar los cortes de roca en la corona o preparar una plataforma de trabajo para la voladura controlada.

Los huecos de voladura deben tener un diámetro establecido para la voladura controlada y su espaciado no deben ser mayor de 750 mm. Los huecos de voladura deben de estar libres de obstrucciones en toda su profundidad y las cargas deben colocarse sin producir sobre excavación en las paredes de los huecos de voladura.



Fig. 2. 16 Colocación de explosivos



Fig. 2. 17 Removiendo roca explotada

### Materiales

Explosivos( Dinamita, gelatinas de agua, emulsiones), Explosivos de Iniciación, Detonadores, Cables para detonación, etc.

**Herramientas:** Carretilla, barras, barrenos, pico y palas

**Maquinaria:**

Bulldozer, retroexcavador, Barrenadora Hidráulica, Perforadora en abanicos, Cargador Frontal y Camión de Volteo

**Personal:** Ingeniero residente, maestro de obra, caporal y auxiliares

### 2.1.7 GEOTEXTILES PARA TERRAPLENES

Los geotextiles son materiales fabricados, utilizando polímeros sintéticos de cadena larga y compuestos de por lo menos 95% en masa de poliolefinas, poliéster o poliamidas.

La fabricación del geotextil incluyendo los remates en las orillas, debe hacerse dentro de una red estable, de tal forma que los filamentos o hilos mantengan su estabilidad dimensional relativa entre ellos mismos.

El geotextil y los hilos que se utilizan en la costura, deben ser resistentes a ataques químicos, moho y al deterioro; debiendo estar libre de desgarres, defectos o fallas que alteren adversamente sus propiedades físicas.



Fig. 2. 18 Colocación de Geotextil



Fig. 2. 19 Recubriendo el Geotextil

### **2.1.7.1 Estabilización de terraplén**

Consiste en la colocación de un geotextil, como parte de una estructura de suelo o sobre este, para facilitar el flujo del exceso de agua entre las capas de materiales del terraplén, evitando también la contaminación de los suelos.

La colocación de geosintéticos en los terraplenes, ayuda a los suelos a ser más estables, sin alterar sus propiedades. Se coloca suavemente y libre de tensiones, esfuerzos o pliegues sobre un terreno natural, en zonas donde los árboles y troncos se han cortados a nivel del terreno, dejando la capa de suelo superior, removiendo la materia vegetal y todos los objetos puntiagudos, incluyendo rocas grandes. Las depresiones y huecos que quedan se rellenan con material selecto para tener una cimentación firme.

Para conocimiento general se mencionan algunos tipos de geotextiles tales como:

- a) Geotextil para drenaje superficial
- b) Geotextil para separación
- c) Geotextil para estabilización
- d) Geotextil para control de erosión
- e) Geotextil para barrera temporal
- f) Geotextil para pavimentación

#### **Materiales:**

Geotextiles, material selecto y combustible

#### **Herramientas:**

Carretillas, pico y pala

**Maquinaria:**

Bulldozer, Motoniveladora, compactadora de rodillo, vibrocompactadora y Camiones de volteo

**Personal:**

Ingeniero residente, maestro de obra, caporal y auxiliares



Fig. 2. 20 Geotextil colocado en carreteras

### **2.1.8 EXCAVACIONES PARA ESTRUCTURAS Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS MAYORES**

Son las operaciones de extracción de material necesario para cimentar o colocar las estructuras. Incluyendo la Limpieza, Chapeo y Destronque del lugar de la obra vial, excepto que se indique de otra manera en los planos, removiendo todo el material que se encuentre dentro de los límites de las excavaciones; construyendo el embreizado, apuntalamiento, tablestacado y encofrado que sean necesarios, así como su retiro posterior; el bombeo; reducción del agua; drenaje; colocación de un sello de concreto, si es necesario; compactación del relleno; acondicionamiento del material sobrante o inadecuado; y la limpieza final que sea necesaria para la terminación del trabajo.

Se exceptúan las excavaciones y rellenos que se deban efectuar con cargo a otras Secciones de estas Especificaciones Generales.

### 2.1.8.1 Excavación Estructural para Cimentación de Estructuras

Son las operaciones de excavar y rellenar y demás trabajos necesarios para cimentar o colocar las estructuras

#### Excavación Estructural

Es necesario cuando la cimentación tiene que asentarse sobre una superficie excavada que no sea roca, debe tenerse especial cuidado de no disturbar el fondo de la excavación y preparar la fundación a efecto de no exponer el fondo de la misma.

Cuando se encuentre un fondo rocoso, la excavación se debe efectuar en tal forma, que la roca sólida quede expuesta y preparada en lechos horizontales o dentados para recibir el concreto.



Fig. 2. 21 Excavación para estructura

#### Tablestacado

Siempre que se encuentren aguas subterráneas sobre el fondo de la excavación, se pueden usar tablestacas prácticamente impermeables y apropiadas. Las dimensiones interiores de las tablestacas deben ser tales, que quede suficiente espacio para la construcción de formaletas, permitir la extracción del agua por medio de bombeo y efectuar el trabajo que sea necesario.

Las tablestacas deben ser hincadas a una profundidad conveniente debajo del fondo de la excavación o a una elevación tan cerca del fondo de la misma, como lo permitan las condiciones del suelo de cimentación; debiendo ser perfectamente embreizadas en todas direcciones y colocadas de tal forma que permitan el bombeo de toda el agua, manteniéndolas en buenas condiciones hasta que el concreto haya sido colocado. También se deben colocar de tal forma, que cualquier filtración se mantenga alejada del área donde se colocará el concreto o mampostería.



Fig. 2. 22 Tablestacado

#### **2.1.8.2 Excavación Estructural para Alcantarillas**

Se efectúa de conformidad con el alineamiento, dimensiones, pendientes y detalles mostrados en los planos respectivos o de acuerdo con las instrucciones escritas del laboratorio de suelos.

Cuando se coloque una alcantarilla debajo de la línea del terreno original, se debe excavar una zanja a la profundidad requerida, conformando el fondo, de manera que se asegure un lecho firme en toda la longitud del fondo de la zanja. Previamente a la colocación de las alcantarillas, en todos los drenajes, se deben de excavar los canales de entrada y salida de éstas, también se debe excavar cajuelas para dar cabida a las juntas de campana u otras partes que se extiendan debajo del perímetro de la alcantarilla.

Cuando se encuentre roca, ya sea en estratos o en forma suelta o cualquier otro material que no permita por su dureza conformar un lecho apropiado para colocar la alcantarilla, debe ser removido hasta más abajo de la cota de cimentación y reemplazarse por una cama de arena u otro material compactado, que tenga un espesor mínimo de 300 milímetros. La alcantarilla se debe colocar, hasta que el lecho de cimentación haya sido aprobado por el laboratorio de suelos.



Fig. 2. 23 Excavación para alcantarillado



Fig. 2. 24 Alcantarilla

### 2. 1. 8. 3 Excavación estructural para Gaviones

Se efectúa de conformidad con las dimensiones y detalles mostrados en los planos e instrucciones escritas del Ingeniero Residente. Incluye los trabajos previos que sea necesario efectuar, tales como el desvío de corrientes de agua, construcción de cauces provisionales u otros que se indiquen en los planos y/o describan en las Disposiciones Especiales. Esta excavación no incluye la construcción de gaviones.



Fig. 2. 25 Colocación de gaviones en carreteras

#### **2. 1. 8. 4 Relleno Estructural para Estructuras**

Este trabajo consiste en la colocación en capas, humedecimiento o secado, conformación y compactación de los materiales adecuados provenientes de la misma excavación, de los cortes o de otras fuentes. En caso necesario, si el material resultante de la excavación no cumple con lo indicado se puede ordenar que el material a utilizar para el relleno sea obtenido de una fuente completamente diferente al de la excavación.

El relleno sobre el nivel del agua, detrás de los estribos, alas, pilas, así como alrededor de las Sub-estructuras, debe ser depositado en capas horizontales, cuyo espesor debe ser determinado según la capacidad del equipo que se utilice.

A fin de prevenir la acumulación de agua en los espacios alrededor de los cimientos, se debe colocar el relleno hasta la altura de la superficie del terreno existente que esté alrededor de los estribos, alas, muros de retención y pilas, lo más pronto posible, después de que se hayan quitado las formaletas.

No se debe colocar ningún relleno contra cualquier estructura de concreto, sino hasta que el Ingeniero Residente lo autorice y en ningún caso antes de que el concreto haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos producidos por la construcción de dicho relleno.

### 2. 1. 8. 5 Relleno Estructural para Gaviones.

Son las estructuras formadas por receptáculos de malla hexagonal de alambre, rellenos de roca, contruidos de tal manera que mantengan una forma definida, de consistencia sólida y flexible, utilizados para muros de contención, y protección de márgenes y carreteras, apoyo de puentes, que se extienden desde el fondo de la excavación, hasta la superficie del lecho del río o del terreno original,

#### **Materiales:**

Combustible, Malla para gallinero, rocas.

#### **Herramientas:**

Carretilla, alicates, pico y pala

#### **Maquinaria:**

Retroexcavador, Bulldozer, Motoniveladora, Compactadora de Rodillo, Vibrocompactadora y Camiones de volteo.

**Personal:** Ingeniero residente, maestro de obra, caporal y auxiliares



Fig. 2. 26 Construcción de gaviones



Fig. 2. 27 Relleno estructural para gaviones

## **2.1.9 EXCAVACION Y RELLENO PARA OTRAS ESTRUCTURAS**

### **2.1.9.1 Excavación para otras estructuras**

Consiste en la extracción, remoción y transporte del material apropiado; la excavación de material inadecuado y su reemplazo y la colocación del material con la humedad requerida, la conformación y compactación del relleno, además la limpieza final que es necesaria para la adecuada terminación del trabajo.

### **2.1.9.2 Relleno para estructuras**

Es el relleno que se construye en los accesos de un puente o sobre la superficie exterior de una bóveda o en la excavación de las alcantarillas dentro de los límites que indique el Ingeniero Residente según los planos. El relleno debe ser construido en capas sucesivas horizontales y de tal espesor que permita la compactación especificada

Los rellenos alrededor de las estructuras citadas se deben colocar simultáneamente, a ambos lados y a la misma altura, según el caso.

#### **Relleno para Puentes:**

Los rellenos en los accesos a puentes, se deben construir hasta la altura de la sub-rasante y en una longitud de 10 metros, medidos longitudinalmente en la parte superior del relleno y a partir de cada estribo.



Fig. 2. 28 Relleno para puentes

**Relleno para Bóvedas:**

Los rellenos sobre la superficie exterior de las bóvedas, se deben construir, en capas sucesivas debidamente confinadas con la estructura, hasta formar un prisma hasta una altura de 600 milímetros sobre la corona exterior de la bóveda;



Fig. 2. 29 Relleno para bóveda

**Relleno para Alcantarillas:**

Se construirá con material de relleno para estructuras. El relleno debe construirse en capas, hasta una altura de 600 milímetros sobre la corona de la alcantarilla.

El material de relleno que se coloque hasta el nivel de la corona de la alcantarilla, debe cumplir con lo indicado en los planos. Si el material resultante de la excavación no cumple con estos requisitos, el Ingeniero Residente puede ordenar que el material a utilizar para el relleno sea obtenido de una fuente completamente diferente al de la excavación. El material de relleno se debe compactarse en capas que no excedan de 150 milímetros de espesor, debiendo ser colocadas simultáneamente a ambos lados de la alcantarilla para que no se produzcan presiones desiguales. La compactación se puede hacer por medio de compactadoras mecánicas, o de mano.

**Materiales:** Combustible, material de relleno y concreto hidráulico.

**Herramientas:** Carretilla, barra, pico y pala

**Maquinaria:**

Bulldozer, Motoniveladora, Retroexcavador, aplanadora de Rodillo, Vibrocompactadora y

Camiones de volteo

**Personal:** Ingeniero residente, maestro de obra, caporal y auxiliares



Fig. 2. 30 Rellenos para alcantarillas

## 2.2 RELLENO PERMEABLE

Consiste en el material especial que se coloca entre una estructura cualquiera y el terraplén de la carretera, con el objeto de evacuar el agua que se acumula en esos lugares, este tipo de material se extrae o elabora, se suministra, transporta, almacena y se coloca, en los lugares, cotas y dimensiones indicados en los planos, o en los lugares que sea necesario según lo ordene el laboratorio de suelos. Entre las estructuras donde se utiliza el relleno permeable se mencionan: cabezales, muros de retención o estribos de puentes.

El relleno permeable no se debe colocar en contacto con concretos que tengan menos de cuatro días de colados, se deberá suministrar arena que cumpla con lo establecido y/o agregado grueso consistente de partículas de grava, escoria o piedra triturada estables y durables que cumplan con los requisitos de graduación determinados por el estudio de suelos .

Cuando se use Relleno Permeable detrás de los Estribos, Muros de Ala, Muros de Retención y otras estructuras, se debe colocar según se indica en los planos.

Y donde se instalen agujeros de drenaje, se deberá colocar suficiente material grueso contiguo a éstos para retener el relleno. El extremo de entrada de cada agujero de drenaje debe ser cubierto con geotextil, el cual debe extenderse en un radio de por lo menos 0.5 metros del centro del agujero de drenaje.

El relleno permeable se construirá simultáneamente con la construcción del relleno estructural, en capas que no excedan de 150 milímetros de espesor

**Materiales:** Combustible, Geotextil, Agregado Grueso( Grava, Escoria o piedra triturada) y Arena

**Herramientas:** Carretilla, pico y pala

**Maquinaria:**

Bulldozer, motoniveladora, retroexcavador, aplanadora( pata de cabra y de Rodillo), vibrocompactadora, Camiones de volteo, dumper, etc

**Personal:** Ingeniero residente, maestro de obra, caporal y auxiliares



Fig. 2. 31 Relleno permeable

### 2.2.1 PEDRAPLENES

Este trabajo se refiere al mejoramiento de un terreno natural y a la construcción de una explanada, mediante la preparación de la superficie de apoyo, la colocación y compactación de materiales pétreos selectos, procedentes de la excavación o de fuentes aprobadas por el laboratorio de suelos y provenientes de cantos rodados o rocas sanas, compactas, resistentes y durables a lo especificado en los planos y secciones transversales del proyecto.

Cuando se deban construir directamente sobre terrenos inestables compuestos por turbas o arcillas blandas, se asegurará el retiro de estos materiales o se procederá a su estabilización. En los casos en que dichas operaciones no resulten posibles porque el espesor de la capa inestable sea considerable, estos materiales se desplazarán por cargas sucesivas de material de pedraplén, ayudadas o no por otras metodologías apropiadas, según lo contemple el proyecto o lo apruebe el laboratorio de suelos.

La realización de estos trabajos desprende una gran cantidad de material particulado, por lo cual se debe proteger al personal de obra con equipos apropiados para la protección respiratoria. Y cuando se trabajen con rocas de gran tamaño, se proporcionará guantes protectores al personal de obra. Además, se deberá evitar que gente ajena a las obras, principalmente niños, estén cerca al momento de realizar los trabajos.

En los pedraplenes se distinguirán tres partes o zonas constitutivas:

- a) **Cimiento**, parte inferior del pedraplén, fundación, en contacto con el terreno natural.
- b) **Cuerpo**, parte del pedraplén comprendida entre el cimiento y la zona superior del pedraplén.

- c) **Zona superior del pedraplén (nueva capa de subrasante)**, es la zona comprendida entre el nivel superior del pedraplén y el nivel de la subrasante. Sus dimensiones y características son las mismas que se establecen para la zona superior que corona los últimos 0.30m. de los terraplenes.

Se deberán efectuarse según procedimientos puestos a consideración del supervisor y aprobados por éste. Su avance físico deberá ajustarse al programa de trabajo.

**Materiales:**

Combustible, Suelos Inestables( Turbas o Arcillas Blandas), Materiales Pétreos

**Herramientas:** Carretilla, pico y pala

**Maquinaria**

Bulldozer, Motoniveladora, Retroexcavador, aplanadora de Rodillo, Vibrocompactadora, Camiones de volteo, etc

**Personal:** Ingeniero residente, maestro de obra, caporal y auxiliares.



Fig. 2. 32 Construyendo pedraplen



Fig. 2. 33 Terminando pedraplen

## 2.2.2 CONFORMACIÓN DE LA SUBRASANTE

Es la operación que consiste en escarificar, homogeneizar, mezclar, uniformizar, conformar y compactar la sub-rasante de una carretera previamente construida para adecuar su superficie a la sección típica y elevaciones del proyecto establecidas en los planos u ordenadas por el laboratorio de suelos, efectuando cortes y rellenos con un espesor no mayor de 200 milímetros con suelos de preferencia granulares con menos de 3 por ciento de hinchamiento, que no tengan características inferiores a los suelos que se encuentren en el tramo o sección que se esté reacondicionando y que además, no sean inadecuados, con el objeto de regularizar y mejorar, mediante estas operaciones, las condiciones de la sub-rasante.

**Material:** Combustible, Suelos Granulares, Rocas menores a 100mm

**Herramientas:** Carretilla, pico y pala

**Maquinaria:**

Bulldozer, escarificador, motoniveladora, compactadora( pata de cabra y rodillo liso), vibrocompactadoras, cargador frontal, retroexcavadores, camiones de volteo y dumper.

**Personal:** Ingeniero residente, maestro de obra, caporal y auxiliares.



Fig. 2. 34 Colocación material subrasante



Fig. 2. 35 Conformación de subrasante

### **2.2.3 ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE**

Es la operación que consiste en escarificar, incorporar materiales estabilizadores, homogeneizar, mezclar, uniformizar, conformar y compactar la mezcla de la subrasante con materiales estabilizadores tales como: cal, granza de cal, cal/ceniza fina o compuestos estabilizadores químicos orgánicos e inorgánicos de eficacia y durabilidad comprobada, para mejorar sus características mecánicas y su función como cimiento de la estructura del pavimento, adecuando su superficie a la sección típica y elevaciones de sub-rasante establecidas en los planos.

No deben contener partículas mayores de 70 milímetros, materias vegetales, basura, terrones de arcilla o sustancias que incorporadas en la sub-rasante estabilizada puedan tener efectos nocivos o afectar su durabilidad.

No deben utilizarse para la sub-rasante estabilizada los materiales que están comprendidos dentro de los materiales inapropiados para sub-rasante, tal como suelos altamente orgánicos, constituidos por materias vegetales parcialmente carbonizadas o fangosas.

#### **Material:**

Combustible, cal hidratada, granza de cal, cal viva, cenizas volcánicas, químico orgánicos e inorgánicos, lechada de cal, puzolanas naturales y artificiales, cemento portland y agua.

**Herramientas:** Carretilla, Pico y pala

**Maquinaria:**

Motoniveladora, Compactadora (Rodillo Pata de Cabra, Rodillo Liso), mototraíllas, camiones de volteo

**Personal:** Ingeniero residente, maestro de obra, caporal y auxiliares.



Fig. 2. 36 Estabilización de subrasante



Fig. 2. 37 Otra Estabilización

**2.2.4 OTROS****2.2.4.1 Carga**

Es la maniobra que se realiza para depositar los materiales producto de trabajos varios como la demolición, la excavación o la explotación de bancos de préstamo por medio de un vehículo (camión) o herramienta (carretilla) para ser transportados posteriormente.

**Materiales:**

Combustible, Suelo selecto

**Herramientas:**

Carretilla, pico y pala

**Maquinaria:**

Bulldozer, mototraíllas, cargadores frontales, retroexcavadoras, camiones de volteo y dumpers

**Personal:**

Ingeniero residente, maestro de obra, caporal y auxiliares



Fig. 2. 38 Carga de Material con pala



Fig. 2. 39 Carga con Retroexcavadora

**2.2.4.2 Acarreo y Sobre acarreo**

Es el efecto de trasladar o transportar esos mismos materiales, dentro de la obra, hacia un depósito provisional mientras no se le asigne un uso final o fuera de la obra, a una zona de tiro de depósito permanente o temporal, según sea el caso.

**a). Acarreo Libre:** es el traslado que se efectúa hasta una estación cuya distancia es definida en el proyecto: convencionalmente se hacen hasta 20 m si es por medios manuales (acarreo en carretilla) y hasta 1 km si es por medios mecánicos (acarreo en camión). El acarreo a una distancia total mayor se considera como sobreacarreo.

**b). Sobreacarreo:** es el traslado que se efectúa a una distancia mayor a las contempladas en el acarreo libre y determinada por bloques, si el sobreacarreo es por medios manuales, en estaciones subsecuentes a la primera de 20 m y si es por medios mecánicos, en kilómetros subsecuentes al primero. Cabe hacer notar que estos rangos,

20 m para el acarreo manual y un kilómetro para acarreo en camión, no son limitativos; es aceptable fragmentar la distancia total en estaciones de cualquier otra medida, sólo hay que cuidar que el rendimiento utilizado sea compatible (ver figura).

**c). Acarreo a tiro libre:** es el traslado que se efectúa desde la obra hacia cualquier destino y a cualquier distancia, siempre y cuando ese destino sea apto para tal efecto.

Los acarreos por su carga se clasifican:

- **Carga manual.** Cuando se utiliza únicamente pala y la fuerza humana para tal efecto.
- **Carga mecánica.** Cuando se utiliza algún equipo mecánico (maquinaria) para tal efecto.

Los acarreos libres y sobreacarreos por medios manuales (en carretilla) usualmente se realizan dentro de la obra misma.

Los acarreos libres y sobreacarreos por medios mecánicos (en camión) son fuera de la obra, por lo que la velocidad de traslado, estará en función de las características del camino, del tránsito y de distancia.

**Materiales:** Combustible, Suelo Selecto.

**Herramientas:** Carretilla, Pico y Pala

**Maquinaria:**

Bulldozer, retroexcavadora, cargador frontal, camión de volteo y dumpers

**Personal:** Ingeniero residente, maestro de obra, caporal y auxiliares

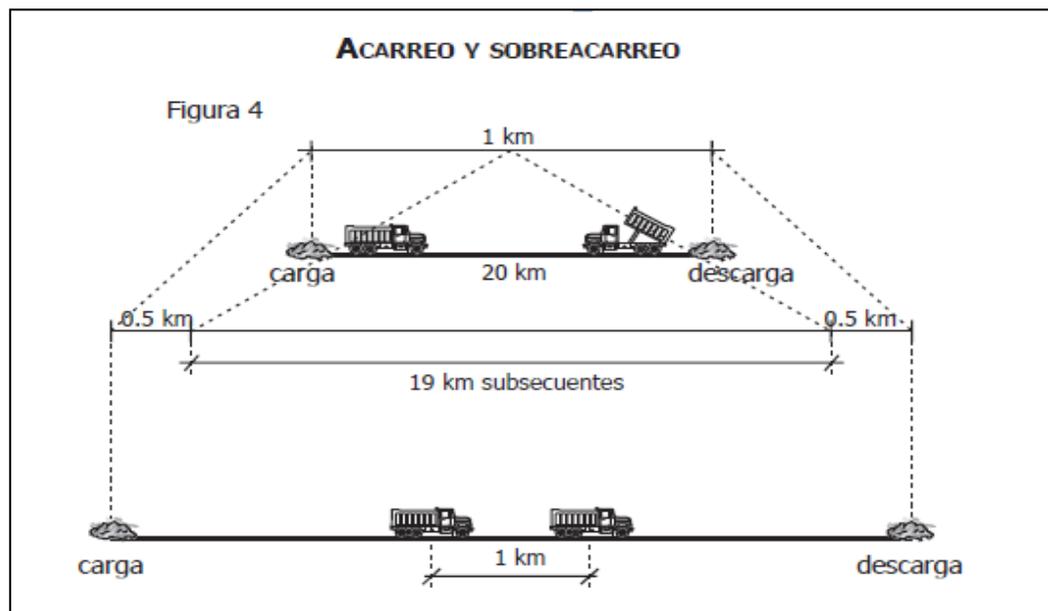


Fig. 2. 40 Acarreo y sobrecarreo

### 2.2.4.3 Escarificado o ripado

Consiste en la disgregación de la capa superficial del terreno, efectuada por medios mecánicos. Generalmente se emplean herramientas especiales acopladas a maquinas tractoras de gran potencia (Bulldozers) que se encarga simultáneamente de la eliminación del terreno vegetal y del proceso de escarificado.

El objetivo de este proceso es uniformizar la composición del suelo y facilitar su posterior compactación, haciendo que este sea más efectivo, utilizando conglomerantes de cal y cemento para mejorar las características mecánicas del suelo, donde se asentara el cimiento del terraplén, por lo que es conveniente sea preparada para una correcta recepción de la primera capa del relleno.

**Materiales:** Combustible, suelos

**Herramientas:** Carretilla, barra, pico y pala

**Maquinaria:**

Bulldozers, escarificador, retroexcavadora, cargador frontal, camiones de volteo o dumper

**Personal:** Ingeniero residente, maestro de obra, caporal y auxiliares.



Fig. 2. 41 Escarificado o ripper

#### 2.2.4.4 Extendido

Es la colocación del suelo en capas de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada de espesor entre 0.15 a 0.20 metros en suelos finos y de 0.20 a 0.40 metros en suelos granulares húmedos, teniendo cada capa material homogéneo con características uniformes, caso contrario se mezclara convenientemente para uniformizarlos.

**Materiales:**

Combustible, suelos selecto, preparado y estabilizado

**Herramientas:**

Carretilla, pico y pala

**Maquinaria:**

Motoniveladora, Retroexcavadora, aplanadora (Pata de cabra y de rodillo liso), cargador frontal, Camiones de volteo o dumper.

**Personal:** Ingeniero residente, maestro de obra, caporal y auxiliares.



Fig. 2. 42 Homogenizando material selecto



Fig. 2. 43 Extendido de material selecto

**2.2.4.5 Humectación o desecación**

Es el acondicionamiento de la humedad del suelo después de haber sido extendidas las capas de del terreno, ya que este proceso cumple una doble función:

- Asegurando por un lado una **buena compactación** del material, asegurando suficiente resistencia y reduciendo posteriores asentamientos del Terraplén.
- Evitar que las variaciones de humedad que se produzcan después de la construcción provocando cambios excesivos de volumen en el suelo, ocasionando daños y deformaciones en el firme.

Tomando como humedad de referencia la determinada en el ensayo de Proctor Normal o Modificado, **Humedad óptima**.

**Materiales:** Combustible, Agua

**Herramientas:** Carretilla, pico y pala

**Maquinaria:**

Tractor agrícola con Pipa y Camión cisterna

**Personal:**

Ingeniero residente, maestro de obra, caporal y auxiliares



Fig. 2. 44 Humedeciendo material extendido



Fig. 2. 45 Humedeciendo material extendido

TABLA DE ACTIVIDADES EN EL MOVIMIENTOS DE TIERRA, ETAPA DE TERRACERIA

PARTIDAS	ACTIVIDADES	ETAPAS	MATERIALES	PERSONAL	HERRAMIENTAS	MAQUINARIA
LIMPIEZA, CHAPEO Y DESTRONQUE	Extraer y eliminar la vegetación					
DESBROCE Y LIMPIEZA	Destronconado, desenraizado, tala de arboles y eliminación de vegetación	Desbroce y Limpieza en Bosque	Combustible(Gasolina o Diesel)	Maestro de Obra, Caporal y auxiliares(taladores y recolectores)	Motosierras, Corvos, Machetes y hachas	Retroexcavadora, Camiones
		Desbroce y Limpieza en zona no boscosa				
LIMPIEZA Y DESMONTE ADICIONAL	Eliminación de Vegetacion, Retiro de Arboles y Troncos que obstaculicen la visibilidad	Desmante				
ELIMINACION DE ESTRUCTURAS, SERVICIOS EXISTENTES Y OBSTACULOS	Retiro Total o Parcial de Edificaciones, Pavimentos, Puentes, Alcantarillas, etc. Proteccion de Estructuras, Servicios y obstaculos que deben permanecer en el lugar	Estructuras Existentes	Combustible y escombros		Carretilla, taladros, rotomartillos, almadrinas, pico y palas	Bulldozer, retroexcavadora, martillo hidráulico, cargador frontal, minicargador, Camiones de volteo y dumper
		Servicios Existentes				
		Obstaculos				
EXCAVACIONES	Extraccion de material y relleno. Acarreo, acopio, etc	Excavacion no clasificada	Combustible, suelos selectos y rocas		Carretilla, picos y palas	Bulldozer, Retroexcavadora, Camiones, Dumpers, etc
		Sub excavación				
		Excavacion no clasificada de préstamo				
		Remoción y Prevención de derrumbes				
		Cortes en Roca				
TERRAPLENADO	Acondicionamiento del terreno natural y relleno con material adecuado y compactado hasta alcanzar la Subrasante	Terraplenes en Roca	Rocas pequeñas y tierra			Compactadora pata de cabra y rodillo liso, Camiones, Dumpers, compactadoras manuales, etc
		Terraplenes de Suelo				
VOLADURA DE ROCAS	Fracturación de rocas y construcción de taludes	Voladura de Producción	Explosivos(dinamita, gelatinas de agua, emulsiones), detonadores y cables de detonación	Ingeniero residente, maestro de Obra, Caporal y Auxiliares.	Carretilla, almadanas, barra, barreno, pico y pala	Bulldozer, Barrenadora Hidráulica, Perforadoras en abanico, cargador frontal y camión de volteo
		Voladura Controlada				
GEOTEXILES PARA TERRAPLENES	Colocación de Geotestiles para facilitar la estabilización de suelos	Estabilización de Terraplen	Combustible, Geotextil, material selecto y rocas pequeñas		Carretilla, pico y pala	Bulldozer, motoniveladora, aplanadora de rodillo liso, vibrocompactadora u
EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS MAYORES	Extracción de material para cimentar y colocar estructuras; remoción de material, relleno compactado y limpieza	Excavación Estructural para Cimentaciones de Estructuras	Combustible, Geotextil, malla para gallinero, material selecto y rocas pequeñas		Carretilla, alicates, pico y pala	Bulldozer, retroexcavadora, motoniveladora, aplanadora de rodillo liso), vibrocompactadora y camiones de volteo
		Excavación Estructural para				
		Excavación estructural para Gaviones				
		Relleno Estructural para Estructuras				
		Relleno Estructural para Alcantarillas				
Relleno Estructural para Gaviones.						

TABLA DE ACTIVIDADES EN EL MOVIMIENTOS DE TIERRA, ETAPA DE TERRACERIA

PARTIDAS	ACTIVIDADES	ETAPAS	MATERIALES	PERSONAL	HERRAMIENTAS	MAQUINARIA
EXCAVACION PARA OTRAS ESTUTURAS	Extracción, remoción y transporte de matrial apropiado, reemplando el inadecuado	Excavacion para otras estructuras Relleno para Estructuras	Combustible, Material de relleno y concreto hidráulico	Ingeniero Residente, Maestro de Obra, Caporal, Auxiliares.	Carretilla, barra, pico y pala	Bulldozer, motoniveladora, aplanadora de rodillo liso, vibrocompactadora y camiones de volteo
RELLENO PERMEABLE	Colcacion de material especial entre estructura y terraplen para drenar agua	Relleno Permeable	Combustible, Geotextil, agregado grueso (grava, escoria o piedra triturada) y arena			Bulldozer, retroexcavadora, motoniveladora, aplanadora de rodillo liso, vibrocompactadora y camiones de volteo
PEDRAPLENES	Mejoramiento de termo natural y construcción de explanada	Pedraplenes	Combustible, Suelos inestables ( Turbas o arcillas blandas) y materiales		Bulldozer, motoniveladora, aplanadora de rodillo liso, vibrocompactadora y camiones de volteo	
CONFORMACION DE LA SUBRASANTE	Escarificar, Homogenizar, mezclar, uniformizar, mover y afinar el material a Trabajar.	Afirmado de la Subrasante.	Combustible, Suelos Granulares, Rocas Menores a 100 mm.		Carretilla, pico y pala	Bulldozer, escarificar, motoniveladora, aplanadora (pata de cabra y de rodillo liso), vibro compactador, carga frontal, retroexcavadora, camiones de volteo y dumper
ESTABILIZACION DE SUBRASANTE	Incorporacion de Materiales estabilizadores, Mezclar, Uniformizar, Conformar y Compactar la Subrasante.	Estabilizado de Subrasante.	Cal Hidratada, Granza de cal, Cal Viva, Cenizas Volcanicas, Quimicos Organico e Inorganicos, Lechada de cal, Puzolanas Naturales y Artificiales, Cemento Portland y Agua.			

TABLA DE ACTIVIDADES EN EL MOVIMIENTOS DE TIERRA, ETAPA DE TERRACERIA

PARTIDAS	ACTIVIDADES	ETAPAS	MATERIALES	PERSONAL	HERRAMIENTAS	MAQUINARIA
OTROS	Depositar materiales selectos provenientes de excavaciones	Carga	Combustible y Suelo selecto	Ingeniero Residente, Maestro de Obra, Caporal, Albañiles, Auxiliares.	Carretilla, Pico y Pala	Bulldozer, Retroexcavadora, carga frontal, Camiones de Volteo y dumper
	Trasladar o Transportar materiales selecto o de banco de préstamo	Acarreo Libre	Combustible, suelo selecto, preparado y estabilizado			
		Sobreacarreo				
		Acarreo a Tiro Libre				
	Romper y Disgregar la capa superficial del terreno( asfalto u otros)	Escarificado o ripado	Suelo, Cal y Cemento		Carretilla, barra, pico y Pala	Bulldozer, Retroexcavadora, escarificar o riper, carga frontal, camiones de volteo y dumper
	Colocación de suelo homogeneizado, uniformizado	Extendido	Suelo Granular		Carretilla, Pico y Pala	Motoniveladora, retroexcavadora, aplanadora(pata de cabra o rodillo liso), cargador frontal, camiones de Volteo, Camiones de volteo o dumper
Acondicionamiento de la humedad del suelo despues de extendido	Humectación o Desección	Suelos Homogeneizado y agua	Camiones Cisternas			

**CAPÍTULO III**

**HERRAMIENTAS MANUALES, EQUIPOS,**

**MAQUINARIA LIVIANA Y PESADA**

**UTILIZADA EN EL MOVIMIENTO DE**

**TIERRAS, ETAPA DE TERRACERÍA**

### 3.1 HERRAMIENTAS MANUALES

Se denomina herramienta manual o de mano, al utensilio que generalmente es metálico, de acero, madera, fibra, plástico o goma, que se utiliza para ejecutar de manera apropiada y sencilla, con la menor energía en tareas constructivas o de reparación. Estas generalmente son en forma individual y para su accionamiento requieren la fuerza motriz humana o la fuerza motriz por combustible.

#### 3.1.1 CLASIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS

Las herramientas manuales se clasifican de la forma siguiente:

##### a).-Herramientas de Golpe.

Se utilizan para golpear y con ello transmiten una fuerza a otro elemento o herramienta. También para modificar la forma de los materiales, entre los que se mencionan martillos, almádanas, etc.

##### Ejemplo

##### ALMADANA

La almádana, maza, marra o marro es una herramienta (martillo) que consta de dos partes. Una gran cabeza metálica, puesta en el extremo de un palo de madera que se usa como mango. Suele usarse para romper piedras, clavar estacas, etc.



Fig.3. 1 Almadana

**b).-Herramientas Filosas.**

Estas son herramientas metálicas que por lo general son planas, que poseen uno de sus bordes filosos para actividades de corte, se utilizan principalmente para la tala de árboles y en obras de terracería, entre las que se mencionan hachas, corvos, palas, piochas, etc.

**Ejemplos****HACHA**

Un hacha es una herramienta con un filo metálico que está fijado de forma segura a un mango, generalmente de madera, cuya finalidad es el corte mediante golpes. El uso típico de las hachas es para cortar leña y talar árboles.



Fig. 3. 2 Hacha

## **PALA**

Es una herramienta de mano, que consta de una superficie plana con una ligera curvatura que sirve para cavar en la tierra y transportar el material con un mango de metal o madera rematada en el mango con un asidero que puede ser recto o curvo para poder ejercer mayor fuerza con una de las manos; es utilizada para excavar o mover materiales con cohesión relativamente pequeña. Su evolución ha dado lugar a las máquinas excavadoras y cargadoras.



Fig. 3.3 Pala

## **AZADON**

Es una herramienta de mano, formado por una lamina ancha y gruesa con agujero donde se inserta un mango de madera; es utilizada para excavar, cortar raíces delgadas o arrastrar materiales y algunas veces puede servir para descargar materiales con cohesión relativamente pequeña.



Fig. 3. 4 Azadón

## **PICO O PIOCHA**

Es una herramienta que consta de una parte de acero de 60 cm de largo y 5cm de ancho, un mango de madera, perpendicular a la parte metálica. La parte metálica termina en punta en uno de los extremos y plana con borde ancho y cortante en el otro, muy utilizado para cavar en terrenos duros y remover piedras. El extremo que termina en punta es usado en suelos duros y con presencia de piedras, mientras que el extremo ancho es usado para suelos blandos, excavaciones y desterronado. Se denomina también zapapico, piocha o pico de punta y paleta es una variante del pico en la que un extremo tiene forma de azada estrecha y alargada.



Fig. 2. 4 Pico o piocha

### **c).-Herramientas de Corte**

Son todas aquellas que funcionan a través de arranque de viruta, esto quiere decir que permiten arrancar, cortar o dividir algo por medio de una navaja filosa, son de mucha utilidad, sobre todo en la industria como son la madera, la textil y la construcción; cuentan con ciertas características para utilizarse con un desempeño eficaz, entre las que se mencionan tenazas, alicates, tijeras, etc.

## Ejemplo

### TENAZA DE CORTE (ALICATE)

Es una herramienta cuya boca está formada por dos dientes afilados de acero templado, se utilizan para cortar *alambre* y pequeñas piezas metálicas. Hay otros de forma especial ("pelacables") con bocas en "v", cuya distancia entre los dos dientes se gradúa con un tornillo, para que la presión no corte el cable como una cizalla. Otros para cortar tubos de plomo y para cortar alambre de acero.



Fig. 3. 5 Alicate o Tenaza de corte

### BARRA PARA HOYOS

Es una herramienta, de acero templado con una parte plana en un extremo y una punta en el otro extremo, que se utiliza para hacer agujeros en superficies duras, agujerear peñascos, sondar terrenos; formada por una barra fina de acero con un extremo acabado en punta tallado en forma cónica y el otro es de forma plana cortante.



Fig.3. 6 Barra para hoyos

### 3.1.2 OTRAS HERRAMIENTAS MANUALES UTILIZADAS EN EL MOVIMIENTO DE TIERRAS, ETAPA DE TERRACERÍA.

#### CARRETILLA

Es un pequeño vehículo que normalmente tiene una palangana metálica y dos manerales metálicos apoyados en una rueda o en dos ruedas, diseñada para ser propulsada por una sola persona y utilizada para el transporte de carga a mano. La carretilla de una sola rueda frontal está diseñada para distribuir el peso de la carga entre la rueda y el trabajador, que permite llevar cargas más pesadas para ser transportadas por una persona, es casi universal, tiene mayor maniobrabilidad en espacios pequeños sobre tablones de madera o cuando un suelo inclinado tiraría la carga.

Se utilizan comúnmente en jardinería y en la industria de la construcción. Su capacidad aproximadamente de 170 litros de material.



Fig. 3. 7 Carretilla de una rueda



Fig. 3. 8 Carretilla de una rueda

## MOTOSIERRA

Equipo de trabajo consistente en una cadena flexible dentada unida por sus extremos y guiada por dos poleas, que es movida por un motor, que la hace girar velozmente, generalmente de explosión y guiada a través de un espadín guía, sirve para cortar en forma recta la madera o cualquier material duro. Normalmente son de motores de gasolina o eléctricos.



Fig. 3. 9 Motosierra manual

## ORILLADORA

Esta herramienta está constituida de un tubo principal, manillas de operación tipo U (permite controlar el desbroce con mayor vigor), es utilizada para la eliminación de vegetación conocida como matorrales. Estas máquinas también son conocidas como desbrozadoras, están equipadas con motor de combustión.



Fig. 3. 10 Orilladora o desbrozadora manual

## **3.2 EQUIPO DE CONSTRUCCION PARA OBRAS VIALES**

Para seleccionar las máquinas o equipos para la ejecución de proyectos viales, se debe tomar muy en cuenta los costos, ya que dichas labores constituyen aproximadamente el 50% del monto total de los proyectos.

### **3.2.1 Clasificación de equipo de construcción para obras viales.**

Los equipos de construcción para obras viales se pueden clasificar como:

#### **a).-Equipos de Excavación y de movimiento de tierras**

En su mayoría componen la familia de palas cargadoras y excavadoras, que se desarrollan a partir de la creación de una máquina mecánica (alrededor de 1836) duplicando el movimiento y efectividad del trabajo de un hombre cavando con una pala de mano. Entre las que se mencionan: El Bulldozer, Cargador Frontal, Pala mecánica, Retroexcavadora, perforadora hidráulica, entre otras.

#### **b).-Equipos de Transporte Horizontal de materiales**

Se considera dentro de este grupo a todos aquellos equipos destinados al acarreo de material dentro de una obra. Entre estos se cuentan: Camiones, Vagones, Traílla, Cintas ó Bandas transportadoras y Trenes.

#### **c).-Equipos de Compactación y terminación**

Son los que intervienen en el proceso para incrementar la densidad del suelo mediante la aplicación de fuerzas mecánicas, tales como: Carga estática, Vibración, Impacto y Amasado, que son necesarias para el compactado del suelo.

Entre los equipos de compactación se mencionan: Los Compactadores manuales (Placas compactadoras y martillos vibratorios o bailarinas) y Los Compactadores neumáticos (Rodillos lisos, Rodillos neumáticos, Rodillos pata de cabra y de rodillo liso vibratorio).

#### **d).-Equipo de Trabajo de los Operarios**

Es el equipo básico necesario para dar protección al operario de la construcción. Entre los que se puede mencionar: el Buzo o mono, Arnés de seguridad para trabajos en altura, chaleco reflectante fundamental para trabajos en vías públicas, Casco protector, Guantes y botas de seguridad homologadas, aislantes, antideslizantes y reforzadas en la puntera, Botas de agua para trabajos en barro, zanjias homologadas, aislantes, antideslizantes y reforzadas en la puntera e Impermeable para trabajos bajo la lluvia.



Fig. 3. 11 Equipo de Trabajo

### **3. 3 MAQUINARIA UTILIZADA EN CONSTRUCCION DE CARRETERAS**

En este apartado se describirá la maquinaria, que comúnmente se utiliza en la ejecución de las actividades de terracería para la construcción de carreteras. Considerando que el movimiento de tierra debe hacerse de una manera rápida y eficiente, así como la calidad de las terrazas a realizar, para lo cual las máquinas de gran potencia sirven de apoyo en la ejecución de dichas

obras viales, mayormente en la preparación del terreno, excavación y terracería, tales como: limpieza, corte, traslado de material, compactado, entre otras.

Las máquinas se utilizan cuando se tienen que manejar grandes volúmenes de obra en menor tiempo pudiendo así cumplir con los tiempos establecidos. Estas máquinas se dividen en livianas y pesadas.

### 3.3.1 MAQUINARIA LIVIANA

Son máquinas pequeñas o equipos especiales que son utilizadas para actividades menores, como: Bomba de agua, compactador de placa, planchas compactadoras, martillos compactadores, vibrocompactador, rompe pavimentos, entre otros y que algunas se detallan a continuación:

#### a).-Plancha compactadora

Se usan para compactar suelos y concreto asfáltico en ubicaciones donde no pueden llegar las máquinas grandes. Pueden ser autopropulsadas con diesel o gasolina. Estas unidades se clasifican de acuerdo a la fuerza centrífuga, las revoluciones por minutos, la profundidad de penetración de la vibración (o espesor de capa), avance en m/s y cobertura de área por hora.



Fig. 3.12 Compactador de placa



Fig. 3. 13 De plancha Vibratoria

**b).-Martillos compactadores ( bailarinas)**

Estos martillos se usan para compactar suelos cohesivos o mezclas de suelos en áreas confinadas. Estas unidades tienen un rango de impacto entre 40 a 1200 m-kg por segundo, con impactos de hasta 85 golpes por minuto, dependiendo del modelo especificado.



Fig. 3. 14 Martillos compactador manual( bailarinas)

**c).-Discos compactadores**

Para evitar los accidentes de tener un hombre trabajando en zanjas, se coloca algunas veces un disco de compactación similar a un cilindro de pisones, al brazo de una excavadora para lograr la compactación del relleno en zanjas.



Fig. 3. 15 Compactadora manual con discos

### 3.3.2 MAQUINARIA PESADA

Son máquinas de grandes proporciones geométricas comparado con vehículos livianos, tienen peso y volumetría considerada, requieren de un operador capacitado porque varía la operación según la maquinaria; comúnmente se utilizan en el movimientos de tierra de grandes obras de ingeniería civil y en obras de minería a cielo abierto.

Entre la maquinaria pesada se pueden mencionan:

- Bulldozers
- Cargadores Frontales
- Camiones de volteo
- Camiones cisternas
- Dumper
- Dumper Articulado
- Dumper Rígido
- Excavadoras
- Martillo Hidraulico
- Motoniveladora
- Mototraíllas
- Perforadora Hidráulica
- Retroexcavadoras
- Rodillo liso
- Rodillo neumático
- Rodillo pata de cabra

- Rodillo vibratorio
- Tractocamión Low Boy

### **3.3.2.1 Bulldozer o Topadora**

Es una máquina que se utiliza para movimiento de tierra que posee una gran potencia y robustez en su estructura, y está diseñado especialmente para el trabajo de corte (excavando) y al mismo tiempo de empuje con la hoja de empuje (transporte). En esta máquina son montados diversos equipos para poder ejecutar un trabajo y debido a su gran potencia, tiene la posibilidad de empujar o apoyar a otras máquinas cuando estas lo necesiten (Ejemplo Una Mototraílla).

Estas máquinas se utilizan durante el proyecto de construcción de obras viales, en operaciones tales como: limpieza del terreno de árboles y maleza, apertura de brechas en terrenos rocosos, movimientos de tierra, cortes carreteros u otros, esparcimiento de rellenos de tierra y limpieza de escombros en sitios de construcción.

### **Operaciones**

- Excavar(a cielo abierto en grandes dimensiones).
- Acarreo en grandes dimensiones.

## Esquema

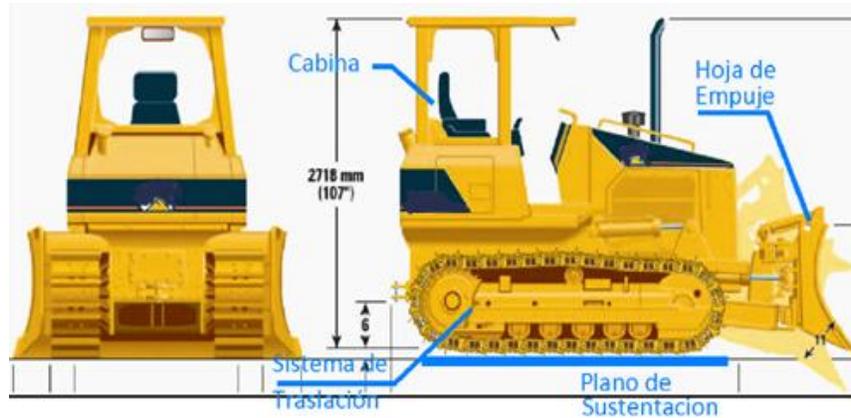


Fig. 3. 16 Partes de Bulldozer o Topadora

## Aplicaciones

- Grandes excavaciones a cielo abierto
- Excavación en banco de préstamo
- Limpieza y desbroce
- Apertura de vías

Algunos modelos poseen un ripper o diente escarificador, que permite la remoción de roca o terrenos duros.



Fig. 3. 17 Tractor sobre orugas



Fig. 3. 18 Tractor sobre neumáticos

## **Accesorios Adicionales**

### **Escarificador o Ripper**

Este accesorio se adapta al bulldozer u otra máquina que permite excavar o suelos duros que no se pueden remover con la hoja o romper el asfalto, el pavimento viejo y superficies congeladas.



Fig. 3. 19 Escarificador o ripper

### **Transporte**

La Topadora se transporta por medio del Low Boy en caso de estar sobre orugas y si esta sobre ruedas y la obra se encuentra cerca puede transportarse sola.

#### **3.3.2.2 Cargador frontal**

Es un equipo tractor, montado en orugas o en llantas neumáticas, que tiene un cucharón de gran tamaño en su extremo frontal. Son equipos de carga, acarreo y eventualmente de excavación; en el caso de acarreo solo se recomienda realizarlo a distancias cortas. El uso de cargadores da soluciones modernas a un problema de acarreo y carga de materiales, con la finalidad de reducir los costos y aumentar la producción. En el caso de excavaciones con explosivos, la buena movilidad de este le permite moverse fuera del lugar de voladura rápidamente y con seguridad; y antes que el polvo de la explosión se disipe, el cargador puede estar recogiendo la roca regada y

preparándose para la entrega del material. Los cucharones del cargador frontal varían desde 0.19 m<sup>3</sup> hasta modelos de 19.1 m<sup>3</sup> de capacidad, colmado. El tamaño del cucharón esta estrictamente relacionado con el tamaño de la máquina.

Algunos modelos de pala pueden utilizar diversos accesorios que la conviertan en una máquina de trabajo de utilidad múltiple.

### Operaciones

- Excavar
- Cargar
- Descargar
- Acarrear o transportar

### Esquema



Fig. 3. 20 Partes de un cargador frontal

## Aplicaciones

Se utiliza en toda obra donde existe amplio espacio para maniobrar y se requiera de corte, carga, acarreo y descarga de medianos volúmenes de tierra. Entre las aplicaciones se tiene:

- Excavación de terreno suelto ó blando
- Carga de materiales
- Mezcla de materiales
- Apilado de material
- Deposito de material suelto, ya sea en una planta (chancadora, de hormigón, asfalto o recicladora) o en un lugar de desecho.

## Clasificación de los cargadores frontales

### De acuerdo a la forma de efectuar la descarga:

- Descarga Frontal
- Descarga Lateral
- Descarga Trasera

### De acuerdo a la forma de rodamiento:

- De neumáticos( Bastidor rígido o articulado)
- De oruga



Fig. 3. 21 Sobre ruedas



Fig. 3. 22 Sobre orugas



Fig. 3. 23 Con cuchara por debajo

## Transporte

El Cargador Frontal se transporta por medio de Tracto camión ó Low Boy en caso de estar sobre orugas y si esta sobre llantas neumáticas y la obra se encuentra cerca puede transportarse sola.

### 3.3.2.3 Camiones Cisterna

Se describe como un depósito especial, normalmente de sección cilíndrica o más o menos elipsoidal, de eje horizontal, con casquetes o fondos abombados en sus extremos y provisto de valvulería, conducciones y dispositivos de carga y descarga, dedicado al transporte de líquidos, montados sobre un camión, conectados a un tractor o una pipa conectada a cabezal.

Se utilizan para transportar agua, a la construcción de obras de obras viales para riego en la terracería, existen autopropulsados y remolcados.

Existen algunos con equipo de bombeo y otros que funcionan por gravedad.



Fig. 3. 24 Cisterna halada por tractor agrícola



Fig. 3. 25 Camión Cisterna

### 3.3.2.4 Camiones de Volteo

Estas máquinas están diseñadas para el acarreo de material y su respectiva descarga, Posee una tolva( caja descubierta), cuya capacidad puede ser al ras o colmada, el peso a cargar en dicha tolva está en función del tipo de material.

El volumen de carga debe definirse además por la ley de cargas, considerando las vías por donde vaya a movilizarse el camión (esto para no dañar el camino existente), destinados al transporte de cargas superiores a 500 kg. Siempre serán basculares.



Fig.3. 26 Camión de Volteo

### 3.3.2.5 Dúmpers

Son máquinas autopropulsadas sobre ruedas neumáticas o cadenas con una caja abierta que, de manera similar al camión volquete, transporta, vuelca o extiende materiales. La utilización de este tipo de vehículos se determina según el material que se va a transportar, la distancia que se ha de recorrer y el tipo de camino existente, es muy utilizado en trabajos de obras civiles.

Entre los dúmpers se tienen:

- **Dúmpers articulados**, la caja es remolcada por el tractor.
- **Dúmpers rígidos**, el tractor y la caja forman un conjunto único.

El dumper articulado es una máquina cuya caja es remolcada por el tractor, de rápida maniobrabilidad en todo tipo de condiciones, ofrecen una amplia gama de equipamiento que incluye “limited slip differentials”(diferenciales de deslizamiento limitado), aire acondicionado, suspensión de aire en el asiento, controles electrónicos, etc. Algunos modelos disponen de un equipo de auto carga integral (por ejemplo, una cuchara frontal que excava y bascula el material hacia el volquete). Normalmente es de diesel.



Fig. 3. 27 Dumper

### Operaciones

- **Cargar:** Carga Material excedente
- **Descargar:** Descargar el material en obra
- **Acarrear .-** Traslada volúmenes de tierra excavada

### Aplicaciones

Se aplica en obras donde se requiera movimiento de tierra carga, acarreo y descarga de volúmenes de tierra.

- Transporte del material excedente
- Transporte de escombros
- Sobre acarreo

**Transporte:** Generalmente se transportan solas.

### 3.3.2.6 Excavadora

Máquina autopropulsada sobre orugas o ruedas neumáticas con una estructura capaz de efectuar una rotación de 360°(en ambos sentidos y de forma ininterrumpida), que excava terrenos, carga, eleva, gira y descarga materiales por la acción de una cuchara fijada, a un conjunto de pluma y brazo o balancín, sin que el chasis o la estructura portante se desplace. Si la máquina descrita no es capaz de girar su superestructura, una vuelta completa (360°), no es considerada como excavadora.

#### Operaciones

Entre las operaciones que la máquina realiza son:

- Excavar
- Cargar
- Girar
- Desplazar
- Movilizar y desmovilizar

#### Esquema



Fig. 3. 28 Excavadora sobre Ruedas

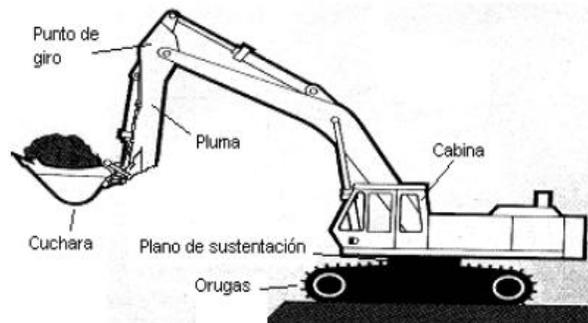


Fig. 3. 29 Excavadora sobre Orugas

### Aplicaciones

Entre las aplicaciones se tienen:

- Excavación de zanjas
- Excavación de zanjas de gran tamaño
- Peinado de taludes encima del plano de sustentación de la máquina.
- Excavación para estructuras.
- Excavación en bancos de préstamo ó excavación de materiales.

### Clasificación de las Excavadoras

Las excavadoras se clasifican de la siguiente manera:

#### Por su accionamiento:

- Excavadoras de cable o mecánicas
- Excavadoras Hidráulicas

**Por su sistema de traslación:**

- Excavadoras montadas sobre cadenas(orugas)
- Excavadoras montadas sobre ruedas(neumáticos)
- Excavadoras montadas sobre rieles.
- Excavadoras montadas sobre barcos.



Fig. 3.30 Excavadora de oruga



Fig. 3. 31 Excavadora cargando



Fig. 3. 32 Excavadora Hidráulica

Se usan mucho también para la excavación en zanjas en el que trabaja retrocediendo. Además a esta máquina se le pueden adaptar según la capacidad, otros accesorios para desempeñar otras labores, tal es el caso de los martinetes que se ubican en vez del cucharón, lo que permite al equipo, realizar labores de excavación en suelos rocosos.

### Principales diferencias entre excavadora montada sobre oruga y una sobre ruedas

CADENAS(ORUGAS)	RUEDAS
	Mayor movilidad
Mayor Flotación	No dañan el pavimento
Mayor tracción	Mejor estabilidad con estabilizadores
Mejor maniobrabilidad para terrenos muy difíciles	Nivelación de la máquina con estabilizadores
Reubicaciones rápida de la máquina	Mayor capacidad de trabajo con la hoja

### Transporte

La excavadora se transporta por medio del Low Boy en caso de estar sobre orugas y si esta sobre ruedas y la obra se encuentra cerca puede transportarse sola.

### 3.3.2.7 Martillo Hidráulico

Se basa en los mismos principios que un martillo neumático pero se acciona a través de un fluido especial, denominado "fluido hidráulico", que circula a presiones elevadas. Suele ser de grandes dimensiones, y generalmente se acopla a una excavadora o tractor. Se emplean ampliamente en construcciones y demoliciones.

El martillo hidráulico es utilizado ampliamente en metalurgia, minería, ferrocarriles, carreteras, construcciones, infraestructuras municipales, explotación de bienes raíces y en otros campos. Se aplica a la explotación, trituración y demolición de objetos duros, por ejemplo en roca, hormigón, escorias, hielo, cemento de carretera, pilares de puentes, edificios, entre otras.

Están diseñados para proporcionar un rendimiento sin igual dentro de una gama de alto caudal con gran presión de retorno y también se pueden montar en todas las mini excavadoras y cargadoras compactas dentro de su categoría de peso. Las máquinas empleadas comúnmente en trabajos de perforación en roca usan el proceso de taladrado. Su empleo es imprescindible para la instalación de barrenos de dinamita en la explotación de canteras y durante la construcción de carreteras.

### **Operaciones**

Entre las operaciones a realizar se tiene:

- Apertura de zanjas
- En construcción
- Demolición de hormigón
- En paredes verticales

### **Aplicación**

Entre las operaciones a realizar se tiene:

- En excavaciones
- Como bastidor de diseño cilíndrico que posibilita accesos restringidos para mejorar zonas restringidas.
- En la re trituración de rocas sueltas de voladura( bloques de roca)



Fig. 3.33 Martillo hidráulico en retroexcavadora

## **Transporte**

Se transporta por medio del Low Boy en caso de estar sobre orugas y si esta sobre ruedas y la obra se encuentra cerca puede transportarse sola.

### **3.3.2.8 Motoniveladora**

Es una máquina conformada por una cabina, con un sistema de traslación por neumáticos, una hoja de empuje que varía de posición según el modelo. Es una máquina muy versátil, utilizada para mover tierra u otro material suelto. Su versatilidad está dada por los diferentes movimientos de la hoja, como por la serie de accesorios que puede tener. Puede imitar todo los tipos de tractores, pero su diferencia radica en que es más frágil, ya que no es capaz de aplicar la potencia de movimiento ni la de corte del tractor. Por ello es más utilizada en tareas de acabado o trabajos de precisión. Su función principal es nivelar, modelar o dar la pendiente necesaria al material en que se trabaja. Se considera como una máquina de terminación superficial por la capacidad de corte y arrastre, ya que puede realizar la operación de corte, de arriba hacia abajo.

Pueden ser arrastradas o automotrices, siendo esta última la más utilizada y la cual se denomina motoniveladora(motograder).

## **Operaciones**

- Excavar o Cortar
- Acarrear y descargar
- Retorno
- Nivelación y Excavación Pequeña.
- Peinado de Taludes.

- Construcción de Cunetas.
- Extendido del Material.
- Mezclado del Material In situ
- Escarificado

### Esquema



Fig. 3.34 Partes de una Motoniveladora

### Aplicaciones

- Afinar corte en terrenos blandos y semiduros
- Nivelar
- Esparcir el material descargado por los camiones y posterior nivelación
- Conformar
- Refino de explanadas
- Mezclar material.

- Excavación, perfilado y conservación de las cunetas en la tierra
- Perfilado taludes
- Mantener vías de tierra ó grava



Fig. 3.35 Motoniveladora



Fig. 3.36 Perfil Motoniveladora



Fig. 3.37 Motoniveladora en pleno trabajo

### **Transporte**

Es transportada por medio del Low Boy en caso de estar sobre orugas y si esta sobre ruedas y la obra se encuentra cerca puede transportarse sola

### **3.3.2.9 Mototrailla**

Son remolques excavadores montados sobre dos ruedas neumáticas y jaladas por un tractor de un solo eje y dos ruedas, que prácticamente se integran para formar una sola unidad. Consta de controles de la traílla (sistema hidráulico de doble acción, que permite accionar la compuerta, la caja y el expulsor), Caja de la traílla (caja es baja y ancha que facilita su llenado, provista de una cuchilla perpendicular a su eje longitudinal, que penetra en el suelo para efectuar la excavación) y la compuerta (de giro constante, permanece abierta cuando la máquina realiza la excavación y se cierra cuando la caja se ha llenado con el material excavado).

Los movimientos de la mototraílla son accionados por pistones hidráulicos que permiten la subida y bajada de la traílla y el giro del remolcador. Pueden desarrollar velocidades de hasta 40 km/h sobre caminos en buenas condiciones de rodadura. Su capacidad de carga puede ser de 10 a 40 m<sup>3</sup>. Su uso se recomienda principalmente para transportar materiales a largas distancias, sobre caminos de acceso bien conservados.

Las Mototraíllas cortan y cargan rápidamente, desarrollan altas velocidades de desplazamiento, extienden y eventualmente compactan durante la operación, debido a su peso propio.

#### **Operaciones**

- Corte del suelo
- Carga de Material removido
- Transporte del material
- Vaciado o descarga y su conjunta compactación

## Esquema

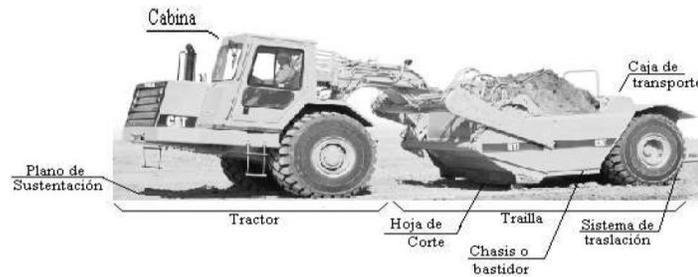


Fig. 3. 38 Partes de una mototrailla



Fig. 3. 39 Mototrailla trabajando

## Aplicaciones

- En el Ciclo completo de movimiento de tierras
- Acarreo de bancos de préstamo
- Velación de plataformas
- Excavación en bancos de préstamo amplios y la descarga o extendido para terraplenes ó grandes rellenos.
- Se aplica en construcción de carreteras donde la calidad de los terrenos es relativamente homogéneo.
- Movimiento de tierras

**Transporte:** Se transporta por sí sola.

### 3.3.2.10 Perforadora Hidráulica

Este equipo comúnmente utilizado en construcción de obras viales incluye taladro montado sobre orugas, es una excavadora hidráulica sobre orugas y grúas sobre orugas, está compuesta por una consola central donde se tiene el control de las funciones de perforación, tracción, colector de polvo, monitoreo del motor diesel, unidad compresora y un panel removible junto a la torre conectado al equipo por dos cables eléctricos en lugar de mangueras. Es accionada por un motor diesel, proyectada para combinar un sistema de **load sensing** (detección de carga) y válvulas hidráulicas, eliminando la necesidad de controles electrónicos.

Estas máquinas son empleadas comúnmente en trabajos de perforación en la roca mediante el proceso de taladrado. Su empleo es imprescindible para la instalación de barrenos de dinamita en la explotación de canteras y durante la construcción de carreteras



Fig. 3. 40 Perforadora Hidráulica en retroexcavadora

### Transporte

Se transporta por medio del Low Boy en caso de estar sobre orugas y si esta sobre ruedas y la obra se encuentra cerca puede transportarse sola.

### **3.3.2.11 Retroexcavadora**

Es una máquina autopropulsada, montada sobre ruedas con bastidor especialmente diseñado para portar a la vez, un equipo de carga frontal (pala cargadora) y otro de retroexcavación trasero(pluma y cucharón), de forma que pueden ser utilizados para trabajos de excavación y carga de material y se caracteriza por su versatilidad y por la ventaja de trabajar en espacios reducidos. Es una maquina en la cual la pluma sube y baja en cada operación; la cuchara, unida a ella, excava tirando hacia el carretón, en lugar de empujar hacia delante, como lo hace la excavadora normal.

Es fundamental que el transporte se organice de manera tal que no espere los otros medios de transporte; la capacidad de esta máquina debe ser múltiplo de la cuchara, para evitar que una carga tenga que vaciarse en elementos distintos.

En la práctica un buen sistema, consiste en situar los camiones alternativamente a un lado y al otro de la excavadora y lo más cerca posible del frente de ataque

#### **Operaciones**

- Excavar
- Es la mejor máquina para excavar taludes verticales por debajo del plano de sustentación de la maquina.
- Cargar
- Realizando giros según su eje vertical hacia el volquete que se encuentra detrás de el
- Girar
- Desplazar
- Movilizar y desmovilizar

## Esquema



Fig. 3. 41 Partes de una Retroexcavadora

## Aplicaciones

- Excavación de zanjas con taludes verticales; roca dura disgregada previamente.
- Excavaciones de cimientos y canales
- Limpieza y nivelación
- Desmonte, carga y descarga de materiales
- Relleno de cimientos y zanjas
- Escarificar (proceso de remover la estructura de un pavimento existente, y desgarrar, remover terreno rocoso (Ripper).

## Clasificación de las Retroexcavadoras

Las retroexcavadoras se clasifican de la siguiente manera:

### Por su accionamiento:

- Retroexcavadoras de cable o mecánicas
- Retroexcavadoras Hidráulicas

**Por su sistema de traslación:**

- Retroexcavadoras montadas sobre cadenas(orugas)
- Retroexcavadoras montadas sobre ruedas(neumáticos)
- Retroexcavadoras montadas sobre rieles.
- Retroexcavadoras montadas sobre barcos.



Fig. 3. 42 Retroexcavadora sobre ruedas

**Transporte**

Es transportada en el Low Boy en caso de estar sobre orugas y si esta sobre ruedas y la obra se encuentra cerca puede transportarse sola.

**3.3.2.12 Compactadora de Rodillo Liso**

Los rodillos lisos provienen del diseño original romano que consistía en un cilindro de piedra halado por tracción animal. El rodillo liso consiste en un cilindro de acero con un determinado peso que compacta el material por presión. Inicialmente, el cilindro era llevado por un tractor u otro equipo automotriz, hasta que se diseñó el actual modelo autopropulsado.

Se utilizan en gravas y arenas mecánicamente estables.



Fig.3. 44 Rodillo liso de un solo eje

### 3.3.2.13 Rodillo Neumático

Estos rodillos son superficiales que aplican el principio de amasado al efecto de la compactación debajo de la superficie. Pueden ser autopropulsados o montados. Los compactadores de neumáticos pueden ser autopropulsados o remolcados, con suspensión independiente en cada rueda, lo que asegura una buena compactación.

Todos los neumáticos deben llevar la misma presión y su velocidad oscila entre 10 y 24 km/h.

Se usa en arenas uniformes y suelos cohesivos, humedad cercana a límite plástico.



Fig. 3. 45 Rodillo neumático de dos ejes

### 3.3.2.14 Rodillo Pata de Cabra

Son compactadores que consisten en un gran tambor de acero, provistos de salientes que justamente le dan su nombre. El tambor puede ser hueco y se puede aumentar el peso agregando un lastre, con el propósito de producir una presión de contacto mayor. La dimensión de las salientes varía según el fabricante así como su forma.

Los rodillos pueden ser unidades independientes impulsadas con un tractor de orugas o autopropulsados. Originalmente, los primeros rodillos tenían salientes con forma de pata de cabra (sheepfoot roller) y de allí nació el nombre de rodillo pata de cabra, que es el nombre como se les llama generalmente y así nos referiremos a lo largo del texto.

Posteriormente se desarrollaron salientes con otras formas cónicas o de tronco de cono que dieron origen a los compactadores de pisones (tamping foot en la literatura inglesa), sin embargo, en Latinoamérica se han llamado con el mismo término original de “pata de cabra”.

La mayor diferencia entre ambos modelos radica en la forma de las salientes, la velocidad que pueden llegar a desarrollar y su capacidad de ser autopropulsados o jalados por un tractor. Se usa en suelos finos con humedad entre 7 a 20 % por debajo del límite plástico.



Fig. 3. 46 Compactadoras Pata de cabra sobre orugas



Fig. 3. 47 Compactadoras Pata de cabra ruedas

### 3.3.2.15 Rodillo Liso Vibratorio

Es un rodillo liso provisto de un movimiento excéntrico en el interior del cilindro que le proporciona un movimiento vibratorio. Pueden usarse para la compactación de suelos granulares con tamaños de partículas que van desde grandes fracciones rocosas hasta arena fina. Pueden usarse en suelos semicohesivos, siempre y cuando más del 10% del material tenga un IP de 5.

Los rodillos más grandes pueden ser muy eficientes en capas de roca de hasta 90 cm. También se usan para las operaciones de acabado o sellado de capas, pero con la vibración desconectada.

En algunos casos se puede incluso hacer vibrar uno de los rodillos dejando el otro estático para sellar la capa. Se utiliza especialmente en suelos granulares.



Fig. 3. 48 Rodillo liso vibraciones de dos ejes

#### Operaciones

- Compactar
- Remoción

## Esquema



Fig. 3. 49 Partes de una compactadora

## Aplicaciones

- Compactación del terraplén de la base y sub base en carreteras
- Compactación de acabado, simulación de tráfico en la carpeta asfáltica.

## Transporte

Se transporta por medio del Low Boy en caso de estar sobre orugas y si esta sobre ruedas y la obra se encuentra cerca puede transportarse sola.

### 3.2.2.16 Transporte para Maquinaria Pesada o Tracto camión ( Low boy)

**Son vehículos articulados compuestos por un motor de tracción y un tráiler con cierta capacidad de carga. El tractor y el tráiler son elementos separables, de manera que el primero puede ser usado como medio para remolcar otros tráiler o viceversa.**

Son grandes máquinas que tienen la función de transportar grandes distancias a las maquinarias que se utilizan en el movimiento de tierras, en el proceso de construcción de carreteras y que por sus características no pueden hacerlo.



Fig. 3. 50 Tracto camión o Low Boy

**CAPÍTULO IV**

**DEFINICIONES BÁSICAS, RIESGOS Y SU**

**TIPIFICACIÓN EN EL MOVIMIENTO DE**

**TIERRAS Y EN LA MAQUINARIA UTILIZADA**

**PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS,**

**ETAPA DE TERRACERÍA**

## 4. 1 DEFINICIONES

Con el objetivo de homogenizar el lenguaje a aplicarse en lo referente a este tema, se presenta la definición de algunos conceptos que serán utilizados con frecuencia

### 4.1.1 Accidente de trabajo

Es un acontecimiento violento, repentino, prevenible y no deseado, que interrumpe un proceso normal de trabajo ocasionando secuela, originando una o más consecuencias negativas.

Entre las que se mencionan:

- ✓ Lesiones personales o colectivos.
- ✓ Daños materiales
- ✓ Pérdidas económicas.



Fig. 4. 1 Accidente

### 4.1.2 Enfermedades ocupacionales

Son alteraciones de la salud de los trabajadores que se producen como consecuencia de la exposición a distintos factores de riesgo existentes en los ambientes de trabajo; que evoluciona de forma aguda o crónica.



Fig. 4. 2 Enfermedades

### 4.1.3 Higiene ocupacional

Es la ciencia que tiene por objeto el reconocimiento, la evaluación y el control de los agentes ambientales generados en el lugar de trabajo y que pueden causar enfermedades ocupacionales. Estudia, evalúa y controla los factores ambientales existentes en el lugar de trabajo, cuyo objetivo es prevenir las enfermedades profesionales, que afectan la salud y bienestar del trabajador.

Se define también como una **Técnica no médica** de prevención de las enfermedades profesionales, mediante el control en el medio ambiente de trabajo de los contaminantes que las producen.

#### 4.1.4 Peligro

Es toda situación o condición que por su potencialidad puede causar daño a personas (trabajador, visitantes), equipos e instalaciones, o al ambiente. En otras palabras es una fuente o situación con potencial de producir daño, en términos de una lesión o enfermedad, daño a la propiedad, daño al ambiente del lugar de trabajo, o una combinación de éstos. (OSHAS 18001)



Fig. 4. 3 Peligro

#### 4.1.5 Riesgo

Es la probabilidad de que suceda un evento, impacto o consecuencia adversa. Se entiende también como la medida de la posibilidad y magnitud de los impactos adversos, siendo la consecuencia del peligro, y está en relación con la frecuencia con que se presente el evento. En otras palabras es la probabilidad, oportunidad o posibilidad, que el peligro pueda ocasionar daño.



Fig. 4. 3 Riesgo

#### **4.1.6 Riesgo ocupacional**

Es la frecuencia predicha o efectiva de aparición de un efecto adverso en los humanos debido a una determinada exposición a un peligro.

Entre estos se mencionan:

- a) **Riesgo Laboral:** Probabilidad de que la exposición a un factor ambiental peligroso en el trabajo cause enfermedad o lesión.
- b) **Riesgos profesionales:** Daños eventuales a los que está expuesto un trabajador en el desempeño de su actividad profesional o laboral.
- c) **Riesgos del trabajo:** Son tanto los accidentes como las enfermedades que ocurren a los trabajadores, con ocasión o por consecuencia del trabajo que desempeñen en forma subordinada y remunerada, así como las secuelas que en la salud resulten como consecuencia directa, inmediata e indudable de esos accidentes y enfermedades.

#### **4.1.7 Salud ocupacional**

Ciencia multidisciplinaria, que tiene como finalidad promover y mantener el más alto grado posible de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en sus puestos de trabajo; prevenir todo daño: enfermedad o accidente causado a la salud por las condiciones de su trabajo; protegerlos en su empleo contra riesgos resultantes de la presencia de agentes nocivos a la salud.

#### **4.1.8 Seguridad ocupacional**

Es el conjunto de medidas técnicas, educacionales, médicas y psicológicas empleados para prevenir accidentes, tendientes a eliminar las condiciones inseguras del ambiente de trabajo y a instruir o convencer a las personas acerca de la necesidad de implementar prácticas preventivas.

Teniendo como objetivo establecer normas y procedimientos, poniendo en práctica los recursos posibles para obtener la prevención de accidentes y el control los resultados obtenidos.

#### **4.1.9 Señales de seguridad**

Es la señal que, a través de la combinación de una forma geométrica, color, símbolo y/o un texto que proporcionan una información determinada, relacionada con la seguridad.

#### **4.1.10 Colores de seguridad**

Es el color al cual se le atribuye una significación determinada en relación con la seguridad. Está fundamentado en el concepto del semáforo de tránsito e indica:

- ✓ Verde: Emergencia (vía segura)
- ✓ Amarillo: Precaución (riesgo)
- ✓ Rojo: Pare, identificación de equipos contra incendio. En círculo con diagonal a 45 grados de izquierda a derecha: prohibición, no lo haga.
- ✓ Blanco: Información general.
- ✓ Azul: Obligación. (Uso de equipos de protección personal o información de carácter obligatorio).

#### **4.1.11 Trabajo**

Es toda actividad material e intelectual, que una persona o una máquina ejecuta en forma permanente y constante para sí o para el servicio de otra.

#### **4.1.12 Máquina**

Conjunto de piezas unidas entre sí, de los cuales uno por lo menos es móvil. Pueden ser de accionamiento, circuitos de mando y de potencia u otros, asociados de forma solidaria para una aplicación determinada.

#### **4.1.13 Operador de maquinaria**

Persona encargada de la utilización, conducción, conservación y mantenimiento de las distintas máquinas utilizadas en las obras viales, cuyas funciones son: desbroce, explanación, perforación, excavación, carga, transporte, elevación, nivelación, riego, compactación, entre otras.

#### **4.1.14 Señalista**

Es el encargado de dar la información, señalización y dirección de maniobras a los operadores de las máquinas en el interior de la obra y de la ordenación de la circulación externa de la misma; regulación del tráfico interno y externo, desvío del tránsito o impedimento del paso a personas ajenas a la obra en la ejecución de la obra.

### **4.2 CLASIFICACION DE LOS RIESGOS**

Los riesgos se clasifican según los medios de trabajo, la naturaleza de los objetos de trabajo y los riesgos derivados del medio ambiente; además se clasifican según la carga, la postura, la actividad física, la organización y la división del trabajo. Los riesgos de los trabajadores de la construcción de carreteras suelen ser: físicos, químicos, mecánicos, biológicos, disergonómicos, sociales y psicosociales entre otros.

#### **4.2.1 Riesgos Físicos**

Son aquellos que pueden afectar la salud de los trabajadores mediante factores inherentes al proceso y/o operaciones en el puesto de trabajo y sus alrededores, producto generalmente de las instalaciones y equipos.

Es la probabilidad de ocurrencia de un evento que puede alterar la salud, derivado de la exposición a un agente físico.

Entre los factores que ocasionan riesgos físicos se mencionan:

- Cortaduras
- Golpes
- Ruido,
- Vibraciones,
- Iluminación inadecuada,
- Temperaturas extremas,
- Radiaciones ionizantes y no ionizantes, entre otros.



#### **4.2.2 Riesgos Químicos**

Son ocasionados por exposición a sustancias orgánicas e inorgánicas, naturales o sintéticas que pueden incorporarse al ambiente y que son capaces de afectar la salud o la vida de las personas.

Se conoce también como la probabilidad de ocurrencia de un evento que puede alterar la salud, derivado de la exposición a una sustancia química pura o compuesta, siendo esta última la más frecuente.

Los agentes químicos que causan con más frecuencia las enfermedades ocupacionales, se clasifican en dos grupo:

- Los que existen en estado gaseoso
- Los que están presentes en la atmósfera como partículas.

Entre los factores que ocasionan riesgos químicos se mencionan:

- Polvo
- Humos
- Gases
- Derrame de ácidos
- Vapores entre otros.



#### 4.2.3 Riesgos Biológicos

Son aquellos producidos por agentes infecciosos y agentes patógenos tales como: bacterias, virus, hongos, parásitos, que deterioran la salud y el bienestar humano. Las vías de ingreso de estos patógenos en el hombre se dan por: Inhalación, Ingestión y Vía cutánea. Entre los factores que ocasionan riesgos biológicos se puede mencionar:

- Virus
- Bacterias
- Hongos
- Parásitos
- Microorganismos aeromesófilos



#### 4.2.4 Riesgos Disergonómicos

Son todas aquellas condiciones, posiciones y circunstancias en que se realiza un trabajo, que produce la inadecuada adaptación de los medios de trabajo para el trabajador o viceversa, los cuales son capaces de originar una lesión o daño a la salud.

#### 4.2.5 Riesgos Mecánicos

Se denomina riesgo mecánico al conjunto de factores físicos que pueden dar lugar a una lesión por la acción mecánica de elementos de máquinas, herramientas, piezas a trabajar o materiales proyectados, sólidos o fluidos.

Entre las lesiones ocasionadas por accidentes de trabajo se pueden mencionar: aplastamiento, cizallamiento, corte o seccionamiento, arrastre, impacto, punzonamiento, fricción o abrasión y proyección de materiales entre otros.

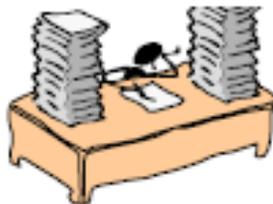
#### 4.2.6 Riesgos Psicosociales

Son todos aquellos factores emocionales, generados por la relación del individuo en el trabajo, con jefes, subalternos, compañeros y público, que ocasionan tensión o fatiga debido a:

- la carga de problemas que el trabajador lleva de su comunidad o ambiente familiar a su sitio de trabajo o viceversa;
- la monotonía de las funciones realizadas, la que puede llevar a la ocurrencia de accidentes por distracción
- la insatisfacción del trabajador con sus condiciones de trabajo.

Entre los factores que ocasionan riesgos psicosociales se puede mencionar:

- a) Contenido de la tarea
- b) Relaciones Humanas
- c) Carga de trabajo mental



### **4.3 MOVIMIENTO DE TIERRAS**

En esta etapa según las estadísticas de accidentes en los Estados Unidos de Norteamérica y países de Latinoamérica, dadas a conocer a través de las publicaciones del Consejo Interamericano de Seguridad, la mayor parte de las causas de accidentes con equipos (Maquinarias, Herramientas, etc.), se deben a la colocación incorrecta de los controles y su orden de colocación en ellos. El aspecto legal de la prevención de accidentes, va encaminado a controlar principalmente, los equipos y herramientas que utilizan para los diferentes procesos.

#### **4.3.1 Riesgos más frecuentes**

- Desprendimiento de Taludes debido a estrato arcilloso-limo arenoso por existencia de bolos, estratos gravosos, filtraciones, por excavaciones al pie del talud y por sobrecarga en la coronación de taludes o vibraciones.
- Desprendimiento de paredes en zanjas por entibado ó ademado inadecuado
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria empleada.
- Atropellos y/o colisiones a terceros al acceder o salir de la obra.
- Caídas de los operarios al interior de los pozos o zanjas.
- Interferencias con conducciones enterradas existentes en el subsuelo.

### **4.4 TIPIFICACIÓN DE RIESGOS EN MOVIMIENTO DE TIERRAS, ETAPA DE TERRACERÍA.**

En este apartado se identifican los riesgos más frecuentes que suceden con las herramientas y maquinaria tanto liviana como pesada que se utilizan en las diferentes obras viales en

construcción, en los operadores de las referidas máquinas y los auxiliares que colaboran con el maquinista para la ubicación de puntos que establecen la rasante, para luego colocar la carpeta asfáltica o de concreto hidráulico, según el diseño lo requiera.

#### 4.4.1 HERRAMIENTAS MANUALES

Son aquellas cuyo funcionamiento depende única y exclusivamente del esfuerzo físico de la persona que las utiliza. Se pueden mencionar Almádanas, hachas, palas, azadón, piochas, alicates, barra para hoyos, carretillas, motosierras, desbrozadora, pulidoras, taladros, entre otras.



Fig. 4. 4 Motosierra



Fig. 4. 5 Desbrozadora

##### a). Riesgos más frecuentes

1. Deterioro por Golpes o caída de herramienta
2. Proyecciones de partículas.
3. Sobreesfuerzos de las herramientas.
4. Retroceso cuando cadena se traba o roza con algo duro.
5. Condiciones ambientales de trabajo.
6. Incendios
7. Explosiones

### b) Riesgos más Frecuentes a que está sometido el Operador

1. Tirones: Traba o engancha en zona dura, la maquina tiende a escaparse hacia adelante.
2. Cortes por caídas o pérdida del equilibrio y contacto con cadena de máquina
3. Posturas forzadas
4. Cortes y pinchazos
5. Exposición a ruido
6. Proyecciones de partículas a los ojos
7. Vibraciones del sistema mano brazo.

### 4.4.2 MAQUINARIA LIVIANA

Entre las que se pueden mencionar: Equipos compactadora (plancha y placa), martillos compactadores (bailarinas), discos compactadores, entre otras.



Fig. 4. 6 Placas Compactadoras



Fig. 4. 7 Vibrocompactador(bailarinas)



Fig. 4. 8 Discos Compactadoras

**a).-Riesgos más Frecuentes derivados del empleo de la Maquinaria**

1. Caídas.
2. Interferencias con maquinaria de la obra por falta de dirección o señalización en las maniobras.
3. Atropellos y golpes por vehículos de la obra o trabajos en vías abiertas al tráfico.
4. Sobreesfuerzos de máquinas.
5. Incendios
6. Explosiones.

**b).- Riesgos más Frecuentes a que está sometido el Operador**

1. Caída del compactador sobre los miembros inferiores.
2. Quemaduras producidas por contacto con partes calientes de la maquina.
3. Golpes o cortes con maquinaria.
4. Irritación de los ojos debido a los trabajos en ambientes con polvo.
5. Proyección de fragmentos.
6. Irritación de las vías respiratorias por la inhalación de polvo.
7. Lesiones músculo-esqueléticas.
8. Lesiones por Posturas inadecuadas.
9. Vibraciones.

### **4.4.3 MAQUINARIA PESADA**

Las máquinas que se utilizan en el movimiento de tierra se han clasificado en seis grupos considerando la similitud de funciones que realizan en dicho proceso y que al analizar los riesgos a que están sometidas tanto las máquinas, operadores como auxiliares, se determinó que existen varios riesgos, que son comunes a las máquinas pertenecientes a cada grupo y los cuáles se detallan de la siguiente manera:

#### **4.4.3.1 Maquinaria de Corte y Empuje (Bulldozer, Motoniveladora y Mototraílla)**

##### **a).- Riesgos más Frecuentes a que está expuesta la Maquinaria**

1. Caídas a distinto nivel de la máquina
2. Colisión con otras maquinas del proyecto.
3. Deslizamiento de la máquina (terrenos embarrados).
4. Máquina en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina).
5. Vuelco de la máquina (inclinación del terreno superior a la admisible de la maquinaria).
6. Caídas por aproximación excesiva al borde de taludes, cortes y similares.
7. Choque contra otros vehículos.
8. Contacto con líneas eléctricas. Interferencias con infraestructuras urbanas.
9. Desplomes de taludes o de frentes de excavación.
10. Incendio( por mantenimiento).
11. Ruido propio y ambiental (trabajo al unísono de varias máquinas).

12. Los derivados de trabajos en ambientes pulvigenos y/o en condiciones meteorológicas extremas.
13. Los propios del procedimiento y diseño elegido para el movimiento de tierras.

**b).- Riesgos más Frecuentes a que está sometido el Operador**

1. Caída del conductor al subir o bajar de la máquina.
2. Recibir golpes o quedar atrapado.
3. Caída de objetos sobre el conductor.
4. Sobreesfuerzos por malas posturas forzadas y repetitivas, y por las condiciones de los caminos de acceso a la zona de trabajo.
5. Quemaduras por incendio de la cabina de la máquina.
6. Vibraciones en miembros y en órganos internos del cuerpo.
7. Daños a la salud derivados de exposición al polvo
8. Daños a la salud derivados de exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones

**c).- Riesgos más Frecuentes a que está sometido el Auxiliar**

1. Atropellamiento por maniobras de marcha atrás de la máquina.
2. Caída de personas desde la máquina.
3. Recibir golpes o quedar atrapado.
4. Atropellos debido a la falta de visibilidad
5. Daños a la salud derivados de exposición al polvo
6. Daños a la salud derivados de exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones.

#### **4.4.3.2 Maquinaria de Excavación y Carga ( Excavadora, Cargador Frontal y Retroexcavadora)**

##### **a).- Riesgos más Frecuentes a que está expuesta la Maquinaria**

1. Caídas a distinto nivel de la máquina
2. Choque contra otras máquinas y vehículos del proyecto.
3. Deslizamiento de la máquina (terrenos embarrados).
4. Máquina en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina).
5. Vuelco por la inclinación del terreno, superior a la admisible de la maquina.
6. Caídas por aproximación excesiva al borde de taludes, cortes y similares).
7. Contacto con líneas eléctricas. Interferencias con infraestructuras urbanas.
8. Desplomes de taludes o de frentes de excavación.
9. Incendio(por mantenimiento).
10. Quemaduras, atrapamientos y golpes
11. Rotura de manguera bajo presión.
12. Los derivados de trabajos en ambientes pulvigenos y/o en condiciones meteorológicas extremas.
13. Los propios del procedimiento y diseño elegido para el movimiento de tierras.

**b).- Riesgos más Frecuentes a que está sometido el Operador**

1. Caída del conductor al subir o bajar de la máquina.
2. Recibir golpes o quedar atrapado con la carga cuando se mueve el brazo para cargar el camión.
3. Caída de objetos sobre el operador.
4. Golpes de rocas en la cabeza u otras partes del cuerpo (por los laterales de la máquina)
5. Sobreesfuerzos por malas posturas forzadas y repetitivas o por las condiciones de los caminos de acceso a la zona de trabajo.
6. Quemaduras por incendio de la cabina de la máquina.
7. Vibraciones en miembros y en órganos internos del cuerpo.
8. Electrocutación por puesta en contacto del brazo de la máquina con cableado eléctrico.  
(excavadora y retroexcavadora)

**c).- Riesgos más Frecuentes a que está sometido el Auxiliar**

1. Atropellamiento por maniobras de marcha atrás de la máquina.
2. Caída de personas desde la máquina.
3. Recibir golpes o quedar atrapado.
4. Golpes por o contra objetos.
5. Atropellos debido a la falta de visibilidad (por no respetar distancia requerida).
6. Daños a la salud derivados de exposición al polvo.
7. Daños a la salud derivados de exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones

#### **4.4.3.3 Maquinaria para Acarreo y Descarga ( Dumpers, Camión de volteo y Camión cisterna)**

##### **a).- Riesgos más Frecuentes a que está expuesta la Maquinaria**

1. Caídas a distinto nivel de la máquina
2. Choque otras maquinas y vehículos del proyecto.
3. Caída del vehículo durante maniobras en carga en marcha de retroceso.
4. Máquina en marcha fuera de control (abandono de cabina de mando sin desconectarla).
5. Contacto con líneas eléctricas. Interferencias con infraestructuras urbanas.
6. Deslizamiento de la máquina (terrenos embarrados).
7. Incendio( por trabajos de mantenimiento).
8. Rotura de manguera bajo presión.
9. Vuelco por bajar una pendiente con el vehículo cargado ó por circular en terrenos irregulares y poco seguros o cuando se vierte la carga en zanjas o taludes.
10. Vuelco por exceso de carga.
11. Los derivados de trabajos en ambientes pulvigenos y/o en condiciones meteorológicas extremas.

##### **b).- Riesgos más Frecuentes a que está sometido el Operador**

1. Caída del conductor al subir o bajar de la máquina.
2. Recibir golpes o quedar atrapado al mover la maquina.
3. Caída de objetos sobre el conductor.
4. Afección respiratoria por mucho polvo debido al movimiento de tierras.

5. Sobreesfuerzos por malas posturas forzadas y repetitivas, o por las condiciones de los caminos de acceso a la zona de trabajo
6. Golpes por o contra objetos.
7. Daños a la salud de conductor debido a la exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones

**c).- Riesgos más Frecuentes a que está sometido el Auxiliar**

1. Atropellamiento por maniobras de marcha atrás de la máquina.
2. Caída de personas transportadas.
3. Recibir golpes o quedar atrapado
4. Golpes por o contra objetos.
5. Atropellos debido a la falta de visibilidad (por no respetar distancia requerida).
6. Daños a la salud derivados de exposición al polvo
7. Daños a la salud derivados de exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones

**4.4.3.4 Maquinaria para Rompimiento y Perforación ( Martillo Hidráulico y Perforadora Hidráulica)**

**a).- Riesgos más Frecuentes a que está expuesta la Maquinaria**

1. Caídas a distinto nivel de la máquina
2. Vuelco por acercamiento excesivo a zanjas, terraplenes, etc.
3. Máquina en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina).
4. Rotura de manguera bajo presión.

5. Contactos con la energía eléctrica.
6. Interferencia con conducciones enterradas (cableado eléctrico, tuberías de saneamiento, agua, gas y otros)
7. Colisión con otras máquinas de la obra.
8. Rotura de puntero de la barrena (perforadora hidráulica).
9. Derrumbamiento de terrenos rocosos. (perforadora hidráulica).
10. Incendios( por trabajos de mantenimiento)

**b).-riesgos más frecuentes a que está sometido el operador**

1. Caída del conductor al bajar o subir de la cabina.
2. Caída de objetos sobre el conductor.
3. Sobreesfuerzos por malas posturas forzadas y, por las vibraciones durante el trabajo de picar, etc.
4. Caídas debido a superficies mojadas o húmedas al bajar de máquina.
5. Vibraciones en miembros y en órganos internos del cuerpo.
6. Pisar materiales, objetos punzantes al bajar de la máquina.
7. Quemaduras por incendio de la cabina de la máquina o tocar piezas calientes de la máquina.
8. Daños a la salud derivados de exposición al polvo.
9. Electrocutación por puesta en contacto del brazo de la máquina con cableado eléctrico

**c).- Riesgos más Frecuentes a que está sometido el Auxiliar**

1. Atropellamiento por maniobras de marcha atrás de la máquina.
2. Caída de personas desde la máquina.
3. Recibir golpes o quedar atrapado.
4. Golpes por o contra objetos.
5. Atropellos debido a la falta de visibilidad (por no respetar distancia requerida).
6. Daños a la salud derivados de exposición al polvo
7. Daños a la salud derivados de exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones

**4.4.3.5 Maquinaria para Compactación (Compactadora de rodillo liso, neumática, pata de cabra y rodillo vibratorio).****a).- riesgos más frecuentes a que está expuesta la maquinaria**

1. Caídas a distinto nivel de la máquina
2. Máquina en marcha fuera de control( abandono sin apagar).
3. Vuelco por acercamiento excesivo a zanjas, terraplenes o por inclinación excesiva del terreno.
4. Desplomes de taludes o de frentes de excavación
5. Deslizamiento de la máquina (terrenos embarrados).
6. Rotura de manguera de presión.
7. Choque otras maquinas y vehículos del proyecto.
8. Contacto con líneas eléctricas. Interferencias con infraestructuras urbanas.
9. Incendios o explosiones por presencia de combustible, etc.
10. Los derivados de trabajos realizados en condiciones meteorológicas duras.

**b).-Riesgos más Frecuentes a que está sometido el Operador**

1. Caída del conductor al subir o bajar del rodillo compactador.
2. Recibir golpes o quedar atrapado.
3. Proyecciones de partículas cuando se golpean los objetos
4. Quemaduras al manipular el motor u otras partes del rodillo compactador, o la máquina en general.
5. Atrapamiento al volcar la maquina
6. Sobreesfuerzos por malas posturas forzadas y repetitivas, o por las condiciones de los caminos de acceso a la zona de trabajo.
7. Vibraciones en miembros y en órganos internos del cuerpo.
8. Caídas debido a superficies mojadas o húmedas.
9. Exposición a mucho calor o mucho frío (estrés térmico)

**c).- Riesgos más Frecuentes a que está sometido el Auxiliar**

1. Atropellamiento por maniobras de marcha atrás de la máquina.
2. Caída de personas desde la máquina.
3. Recibir golpes o quedar atrapado.
4. Golpes por o contra objetos.
5. Atropellos debido a la falta de visibilidad (por no respetar distancia requerida).
6. Daños a la salud derivados de exposición al polvo
7. Daños a la salud derivados de exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones

#### **4.4.3.6 Maquinaria Para Transporte (Tractocamión O Lowboy)**

##### **a).- Riesgos más Frecuentes derivado del empleo de la Maquinaria**

1. Vuelco de lowboy por mala distribución de carga.
2. Colisión con otras maquinas en la obra o con vehículos en vías transitadas.
3. Explosiones
4. Golpes contra objetos inmóviles
5. Ruptura de cama por sobrepeso.
6. Incendio( por trabajos de mantenimiento
7. Máquina en marcha fuera de control( abandono sin apagar).
8. Contacto con líneas eléctricas.

##### **b).- Riesgos más Frecuentes a que está sometido el Operador**

1. Caída del conductor al subir o bajar del Tracto camión ó LowBoy.
2. Recibir golpes o quedar atrapado.
3. Quemaduras al manipular el motor.
4. Incendios o explosiones por presencia de combustible, etc. .
5. Sobreesfuerzos por el hecho de adoptar malas posturas forzadas y repetitivas.
6. Vuelco de máquina en marcha sin control (por abandono sin desconectar).
7. Proyección de piedras, grava, a los ojos u otras partes del cuerpo.
8. Vibraciones en miembros y en órganos internos del cuerpo

#### 4.4.4 RESUMEN DE RIESGOS Y SUS CAUSAS

Los riesgos y las causas que afectan a la maquinaria, operadores y auxiliares, se han resumido en la siguiente tabla de Riesgos y causas:

TABLA DE RIESGOS MAS FRECUENTES Y SUS CAUSAS		
No	RIESGOS MAS FRECUENTES	CAUSAS
1	Atrapamientos por desprendimientos de terrenos	Falta de ataludamiento adecuado
		Falta de entibación o inadecuada
		Terrenos inestables
		Trabajos a pie de excavación
		Derrumbes por sobrecarga en coronación
2	Caídas de personas a distinto nivel	Por falta de protecciones en borde de excavaciones
		Por acceso inadecuado al fondo de la excavación
		Al subir y bajar de la maquinaria
		Trabajos desde andamios o plataformas
3	Exposición a contactos eléctricos.	Conformación de taludes, Bordes y Bermas
		Ingerencia con líneas eléctricas aéreas
		Ingerencia con líneas eléctricas subterráneas
4	Atropellos/golpes con maquinaria	Manipulación de instalaciones o cuadros eléctricos de obra
		Atropellos en tránsito por obra
		Golpes por ingerencia en el radio de acción de maquinaria.
		Por defectuosa o insuficiente iluminación de la zona de trabajo
5	Atrapamiento por vuelco de máquinas	Mal estado de la maquinaria
		Utilización inadecuada de dumpers
		No utilización o incorrecta utilización de estabilizadores.
		Exceso de carga en vehículos
6	Caídas de personas al mismo nivel	Transito/ trabajo por pisos inestables o inadecuados
		Por falta de orden y limpieza en las zonas de trabajo.
		Mal o deficiente estado del terreno.
7	Exposición al polvo.	Utilización de medios auxiliares.
		Debidas a las propias tareas de movimiento de tierras
8	Exposición a ruidos.	Por utilización de maquinaria, tanto para maquinistas como operarios/as del entorno
9	Accidentes causados por seres vivos.	Por existencia puntual de aguas estancadas o residuales.
		Por picaduras de insectos por aparición durante el movimiento de tierras
10	Explosiones.	Por ingerencia con conducciones de gas enterradas.
11	Proyección de fragmentos o partículas	Por estar en el entorno de maquinarias
		Por no disponer de cabina las máquinas o no permanecer cerradas

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 CONCLUSIONES.

- En el Salvador se ha comprobado que en la mayoría de lugares de trabajo, ocurren muchos accidentes que terminan con la vida del trabajador o le dejan inválido para toda la vida, por desconocimiento de normas o leyes de prevención de riesgos ó negligencia de las empresas encargadas de velar por la seguridad ocupacional y la prevención de riesgos de los trabajadores. En vista de esa problemática, el gobierno de El Salvador aprobó La Ley General de Prevención de Riesgos en los lugares de Trabajo, y aprobado el 21 de Enero de 2010 por Decreto Legislativo No. 254, Tomo 37, firmado por Carlos Mauricio Funes Cartagena Presidente de la Republica de El Salvador y publicado en el Diario Oficial el 05 de mayo de 2010.
  
- La puesta en vigencia de “La Ley de Prevención de Riesgos Laborales en los lugares de Trabajos” y el Programa SALTRA, por medio del ministerio de trabajo y previsión social y por La Universidad de El Salvador respectivamente, rige a los constructores de las obras viales, proporcionando un ambiente laboral que prevenga los riesgos que se presentan en las diferentes actividades de etapa de terracería.
  
- Para la construcción de obras viales, la escogencia de la maquinaria pesada con sus respectivos accesorios, es de gran importancia por tener un papel fundamental en la programación debido que la falta de planificación en los diferentes procesos constructivos, puede ser causa de riesgo para todo el personal que se encuentre en el entorno de trabajo ya que de estos pueden surgir accidentes tanto para la maquinaria como para los trabajadores.

- Las condiciones de las herramientas y maquinaria son generadores de riesgos para los operadores por encontrarse en contacto directo con estas, además a los auxiliares que se pueden ver afectados indirectamente.
  
- Para la adquisición de maquinaria pesada para la construcción de vías terrestres, se debe tener muy presente no solo el costo, sino también la correcta capacitación del personal operario y el mantenimiento periódico de los accesorios, los sistemas hidráulicos, neumáticos y eléctricos, de esta forma se tendrá presente la magnitud del riesgo que se genera en el entorno.
  
- La bibliografía disponible sobre maquinaria pesada se limita en su gran mayoría a la información que ofrecen los fabricantes, con lo cual queda abierto un panorama amplio para la producción de textos relacionados con el tema y para la creación de un inventario de la maquinaria disponible en nuestro medio.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- **Realizar** una reunión, la empresa propietaria del proyecto con la empresa contratista al inicio de la fase de construcción de las obras viales para informar a los trabajadores sobre los riesgos que involucra cada actividad del proyecto. Dando a conocer el Plan de Seguridad y Salud Ocupacional, las características y riesgos de cada obra en particular para que se tomen las medidas preventivas adecuadas indicando cómo se evitan, mediante charlas de formación continuada relacionados con los trabajos de Construcción de Carreteras.
  
- **Evaluar** los riesgos que se puedan presentar en cada actividad de la construcción de las obras viales, identificando todos los peligros y riesgos existentes, obteniendo la información necesaria, para elaborar con ello un Mapa de Riesgos para que el empresario, tome una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y el tipo de medidas que deben adoptarse, debido que es responsabilidad de la empresa brindar seguridad a su personal, aunque tenga que contratar un Servicio de Prevención Ajeno que lo realice.
  
- **Planificar** las medidas preventivas para cada actividad de la construcción de las obras viales, con el objeto de controlar, reducir y eliminar los riesgos reflejados en la evaluación conforme a un orden de prioridades, en función de la gravedad de los riesgos y el número de trabajadores expuestos a ellos mismos, plasmándose en un documento que establezca las medidas de prevención y la protección necesaria, el cual debe ser elaborado por el Servicio de Prevención de Riesgos contratado por el empresario. Al cual se debe dar fiel cumplimiento.

- **Utilizar** equipos de protección individual adecuado, de acuerdo a la necesidad de cada actividad, como una medida de prevención, que solo se debe adoptar cuando los riesgos no se puedan evitar o limitar mediante la protección colectiva, medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo, como disposiciones mínimas de seguridad y salud para los trabajadores.
  
- **Proporcionar** mantenimiento constante a la maquinaria y equipo utilizados para el movimiento de tierra en la construcción de obras viales, para evitar los riesgos por mal funcionamiento, elaborando un programa de revisiones y limpiezas periódicas, y nunca utilizar las máquinas en mal funcionamiento. Asegurarse de que se cumplan las advertencias de seguridad del operador sugeridas por el fabricante, que el operador conozca el manual de operación y mantenimiento de la máquina y que lo tenga el manual dentro de la cabina del equipo.
  
- **Se recomienda** que el operador de la maquinaria utilizada en el movimiento de tierras tenga certificado de buena salud extendida por el Ministerio de Salud o por Instituto del Seguro Social, conocimiento sobre interpretación de planos, conocimiento sobre comportamiento de los terrenos, conocimientos de conducción de vehículos, conocimientos de mecánica y electricidad, entre otras. Poseer permiso de conducción categoría E para el manejo de la máquina que estará bajo su responsabilidad y además debe saber acerca de la Normativa de seguridad y salud en la construcción.

- **Asegurarse** de que los operadores de la maquinaria pesada y los mecánicos reciban la capacitación debida de parte de personas calificadas y que además tengan experiencia con el modelo de equipo pesado en cuestión.
  
- **Señalizar** adecuadamente las obras viales en construcción para advertir sobre los riesgos existentes, cuando se trabaja con maquinaria pesada en el movimiento de tierras, situando la señal de preaviso como mínimo a 150 metro del comienzo de la obra, la distancia entre señales deberá ser inferior a 100 metros, y la señal de posición estará en el entorno inmediato de la obra.
  
- **Dar** capacitación sobre las señales de mano utilizadas con el equipo y Además respetar los radios mínimos de operación del equipo pesado.
  
- **Identificar** en las obras los riesgos que implican los servicios públicos (tales como gas, agua, teléfono, entre otros) e informe inmediatamente al inspector o encargado de la obra, con el fin de que sean controlados los riesgos antes de iniciar a operar los equipos.
  
- **Elaborar** Manuales de Seguridad e Higiene Ocupacional para cada actividad a realizar en el movimiento de tierras, etapa de terracería de las obras viales en construcción.

### 5.2.1 Recomendaciones Generales

- Por ningún motivo retroceda la maquinaria pesada a menos que esté completamente seguro que no hay nadie detrás de usted. Utilizar siempre los retrovisores, para desplazar la maquinaria pesada y no dependa solo de las alarmas de retroceso. No siempre se pueden oír en obras de construcción donde hay mucho ruido.



Fig. 5.1 Máquina retrocediendo

- Si la operación de la maquinaria será dentro de espacios confinados, asegúrese de diligenciar el permiso para este tipo de trabajo de alto riesgo. Tener mucho cuidado con el tráfico vehicular, las cuestas, los obstáculos y las curvas mientras ejecuta la actividad o se moviliza dentro de las obras. Evite correr dentro de las obras.



Fig. 5.2 Máquina retrocediendo

- Asegurarse que sólo los trabajadores indispensables, estén en el área cuando se cargue o descargue materiales y hacer que un ayudante u otra persona se encargue de decirle donde están; verificar que nadie se quede por debajo de una carga suspendida.

- Colocar barreras para mantener a los trabajadores que andan a pie, los peatones y los vehículos alejados de los equipo en movimiento, siempre que sea posible.
- Al operar equipo pesado que tenga protección contra vuelcos debe ponerse el cinturón de seguridad. (Si no puede evitar usar un equipo que no tenga protección contra vuelcos, no utilice el cinturón, ya que en este caso, podría necesitar saltar del vehículo si se vuelca.). Si el equipo se vuelca y pierde el control y si tiene de protección contra vuelcos y tiene puesto el cinturón de seguridad, no salte, ya que con la protección y el cinturón puestos tendrá mejor chance de sobrellevarlo.

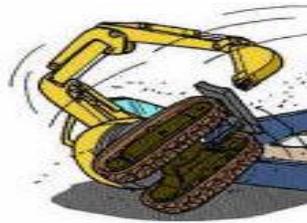


Fig. 5.3 Máquina Volcada

- Por ningún motivo transporte personal dentro de los baldes o cucharas. Solo en caso de que se requiera evaluar las competencias del operador o por un requerimiento técnico que necesite acompañamiento de un experto deberá ser autorizado previamente por el jefe.



Fig. 5.4 Máquina Transportando personal.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFIA

1. Organización Internacional del Trabajo
2. Manual centroamericano de especificaciones para la construcción de carreteras y puentes Regionales  
  
Fundevi Lanamme Consultora  
  
Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA)  
  
Edición: 2001
3. Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras con enfoque de gestión de riesgo y seguridad vial.  
  
Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA)  
  
Edición: Marzo 2010
4. Tesis Lineamientos generales para aplicación de un programa de salud y seguridad ocupacional en el sector construcción en el salvador con la cooperación del programa SALTRA.  
  
Autores: Emerson Giovanni Carpio Flores.  
  
Leticia Cecilia Ortíz Rodríguez  
  
Ingeniería Civil, Universidad de El Salvador
5. Tesis Propuestas de mejoras de la salud ocupacional de los trabajadores del sector de la construcción en el salvador a través de soluciones ergonómicas prácticas  
  
Autores: José Roberto Alfaro.  
  
Ana Alicia Marroquín Hernández  
  
Ingeniería Industrial, Universidad de El Salvador

6. [http://training.itcilo.it/actrav\\_cdrom2/es/osh/body/yourbody.htm#A.%20Los%20](http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/body/yourbody.htm#A.%20Los%20)
7. Manual de especificaciones técnicas generales para construcción de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito CA-2001  
EG-CBT 2008  
Volumen I  
Ministerio de Transporte y Comunicaciones  
Dirección General de Caminos y Ferrocarriles  
Lima Perú 2008
8. Manual Centroamericano de Especificaciones para la Construcción de Carreteras y Puentes regionales  
Autor: Consejo Sectorial de Ministros de Transporte de Centroamerica (COMITRAN)  
Secretaria de Integración Económica Centroamericana(SIECA)  
Año: 2001
9. Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes  
Dirección General de Caminos  
Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda Republica de Guatemala.  
Autor: Ingenieros Consultores de Centroamérica, S. A.  
Año:
9. Revista Maquinaria y Equipo de Construcción
  - a. Autor: Caterpillar
  - b. Edición 2001
10. <http://www.construmatica.com/construpedia/>
11. <http://www.utp.edu.co/~publio17/aceroalC.htm>
12. <http://www.bobcat.eu/bobcat/eu-es/products/Attachments/Hydraulic-breaker>
13. [http://www.camiones.us/transportes/carga/seguro/que\\_es\\_un\\_camion\\_cisterna](http://www.camiones.us/transportes/carga/seguro/que_es_un_camion_cisterna)

14. <http://www.maquinariaspesadas.org/>
15. <http://www.pthproducts.com/galleryview/es/ripper-1.htm>
16. <http://www.turetro.com/>
17. <http://spanish.alibaba.com>
18. <http://www.maquinariaspesadas.org/>
19. <http://www.coredrillchina.com.es/full-hydraulic-drilling-rig.html>
20. “ Evaluación de Riesgos Laborales Presentes en las Áreas de Trabajo de la Delegación de Desarrollo Estudiantil( D D E ) en la Universidad de Oriente

Núcleo Anzoátegui”

Autor: Yasmely J. Guaramata M

Fecha: Julio de 2009

Universidad de Oriente de Venezuela

## 21. APUNTES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Autor: José R. Suazo Baez

Revisión: Julio 2011

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SANTO DOMINGO

## 22. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DEL PROYECTO DE URBANIZACION DEL PROGRAMA DE ACTUACION INTEGRADA EN EL P.R.I. UE A5.1 “SANT MARCEL-

LP” DE VALENCIA.

Autot: Federico Garcia –German y Cruz Emilio Ordeig Fos

23. MODELO DE PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

Empresa de Transformación Agraria, S.ça

Madrid, xx de xxxxx de 2002

24. <http://www.slideshare.net/>

25. [http://www.camaramadrid.es/Fepma\\_Web/Prevencion/Construccion/](http://www.camaramadrid.es/Fepma_Web/Prevencion/Construccion/)

26. <http://www.construmatica.com/construpedia/>

27. LEY GENERAL DE PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LOS LUGARES DE  
TRABAJO.

Decreto Legislativo No.254

Fecha: 21 de Enero de 2010

Firmado por: Carlos Mauricio Funes Cartagena

Presidente de la Republica de El Salvador

Tomo: 37

Publicación DO: 05 de Mayo de 2010

## **GLOSARIO**

### **CHAPEO**

Limpiar la tierra de malezas

### **CIZALLAMIENTO**

Fuerza aplicada o presión ejercida contra la superficie y las capas de la piel a medida que los tejidos se deslizan en planos opuestos, pero paralelos.

### **DESTRONQUE**

Cortar o tronchar un árbol por el tronco

### **DESBROCE**

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, madera caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable a

### **EMBREIZADO**

Trabajo que sirve para dar refuerzo y evitar movimientos durante el proceso de Trabajo.

## ESCARIFICAR

Consiste en la disgregación de la superficie del terreno y su posterior compactación a efectos de homogeneizar la superficie de apoyo, confiriéndole las características prefijadas de acuerdo con su situación en la obra.

## EXPLANACIONES

Conjunto de operaciones de remodelación del terreno natural que hay que realizar a lo largo de la traza para conseguir la explanada definida en los planos en planta, alzado y secciones transversales.

## GAVIONES

Son contenedores de piedras retenidas, se fabrican con mallas (de triple torsión y escuadradas tipo 8x10 cm) de alambre de acero (con bajo contenido de carbono) de 2,7 mm, al que se le da tres capas de galvanizado, con 270 gramos de zinc. Las aristas de los gaviones se refuerzan también con alambre de 3,4 mm.

## GEOTEXTIL

Es una lámina permeable y flexible de fibras sintéticas, principalmente polipropileno y poliéster, las cuales se pueden fabricar de forma no tejida (*non woven*) o tejida (*woven*) dependiendo de la resistencia y capacidad de filtración deseada.

## GEOSINTETICOS

Son materiales fabricados a partir de varios tipos de polímeros derivados del petróleo y que son usados para mejorar y hacer posible la ejecución de ciertos proyectos de construcción de ingeniería civil y geotécnica, como anticontaminación, redistribución de esfuerzos, refuerzo de tierra, filtración, drenaje, protección, control de la permeabilidad y otras funciones.

## MAQUINA

Sistema que transforma la energía de una fuente, que hace parte de sus elementos componentes, en una fuerza especialmente dirigida y concentrada para ejecutar una actividad específica.

## MAQUINARIA

Conjunto de máquinas que se agrupan, combinan y complementan para ejecutar un determinado proceso o varios procesos que conforman una obra.

## POLIOLEFINA

Son termoplásticos parcialmente cristalinos del grupo de los plásticos estándar. Entre los que se menciona el polietileno y el polipropileno. También es todo aquel polímero obtenido mediante la polimerización de olefinas.

### PEDRAPLEN

El pedraplén es un elemento constructivo que consiste en la extensión y compactación de materiales pétreos procedentes de excavaciones de roca. Se usa para la construcción rellenos, bien de gran altura o que sean inundables

### SALTRA

Programa salud y trabajo en América Central para la prevención de riesgos ocupacionales.

### TOCON

Parte del tronco de un árbol que queda unida a la raíz cuando lo talan.

# **A N E X O S**