

# **UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.**

Incorporación No 8727 – 15

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

Escuela de Ingeniería Civil.

**ANALIZAR EL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL LIBRAMIENTO  
FERROVIARIO DE TEHUANTEPEC, OAXACA DEL KM 7 + 400 AL  
10 + 000 Y DEL 12 + 600 AL 15 + 019 DE LA VIA FEDERAL  
MATIAS ROMERO – SALINA CRUZ.**

Tesis

Que para obtener el título de

Ingeniero Civil

Presenta:

**Juan Ramón Cisneros Talavera.**

Asesor

**Ing. Guillermo Navarrete Calderon.**

Uruapan, Michoacán, 2008.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## **AGRADECIMIENTOS.**

### **Con admiración y respeto.**

Agradezco a Dios por haberme dado la oportunidad de realizar una de mis metas que siempre soñé desde niño y con el esfuerzo y dedicación logre cumplirla.

En agradecimiento a mis padres por el apoyo recibido durante mi formación profesional; porque gracias a su apoyo y consejo he llegado a realizar la más grande ilusión y la cual constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir. A quienes me han heredado el tesoro más valioso que puede dársele a un hijo: amor. A quienes sin escatimar esfuerzo alguno, han sacrificado gran parte de su vida para formarme y educarme. A quienes la ilusión de su vida ha sido convertirme en persona de provecho. A quienes nunca podré pagar todos sus desvelos ni aún con las riquezas más grandes del mundo.

A mis Hermanos que con su compañía y buenos consejos me apoyaron en toda mi vida a seguir adelante.

A los maestros por su enseñanza, ayuda y comprensión para encauzarme por el camino del bien y superarnos mejor como persona.

A mis amigos y compañeros de estudio por brindarme su amistad y apoyo incondicional cuando más lo necesite.

A la constructora donde desempeñé mi trabajo, por darme la oportunidad y darme el tiempo necesario para terminar mi sueño anhelado.

Al igual a todas las personas que con su apoyo moral me ayudaron para forjar mi anhelo de terminar mi carrera profesional.

No encontrando más palabras para agradecer los llevaré siempre en mi corazón gracias.

## DEDICATORIA

Dedico la presente como agradecimiento al apoyo brindado durante estos años de estudio y dedicación como un reconocimiento de gratitud al haber finalizado esta carrera.

Finalmente a los seres que más quiero a mis Padres e Hermanos, Sobrina y a la mujer que me ha vuelto a ver el mundo diferente y enseñarme a sonreír y a creer de nuevo en el amor; así como mis Amigos, Maestros.

## ÍNDICE

### **Introducción**

Antecedentes. . . . .	1
Planteamiento. . . . .	3
Objetivos. . . . .	4
Pregunta de investigación. . . . .	4
Justificación. . . . .	5
Delimitación. . . . .	6
Marco de referencia. . . . .	7

### **Capítulo 1.- Vías Terrestres.**

1.1. Antecedentes de los caminos. . . . .	8
1.2. Inventario de caminos. . . . .	10
1.3. Características esenciales del ferrocarril. . . . .	11
1.4. Tipos de líneas. . . . .	12
1.5. Constitución de la vía.. . . .	13
1.6. Características de la vía. . . . .	15
1.7. Terracerías y Balasto.. . . .	16
1.8. Durmientes. . . . .	18
1.8.1. Durmientes de madera. . . . .	18
1.8.2. Durmientes de acero. . . . .	18
1.8.3. Durmientes de concreto. . . . .	18
1.8.4. Durmientes mixtos. . . . .	18

1.8.5. Durmientes dividag:(B.55).	18
1.8.6. Durmientes (R.S) para vías de 1er clase (Barra de 15k).	18
1.9. Los rieles.	25
1.9.1. Fabricación de los rieles.	25
1.9.2. Desgaste ondulatorio.	25
1.9.3. Duración.	25
1.9.4. Defectos y roturas de los rieles.	25
1.9.5. Fijacion de rieles en los durmientes	25
1.9.6. Juntas .	25
1.10. Mecanica de suelos..	32
1.10.1. Propiedades de los suelos.	32
1.10.2. Tipos de los suelos	32
1.11. Elementos de mecánica de suelos aplicado a la construcción De terracerías para ferrocarriles.	35
1.12. Elementos de geotecnia para la construcción de terracerías Y túneles de vías férreas.	39
1.13. Granulometría.	42

## **Capitulo 2.- Características Físicas de un Camino**

2.1. Tipos de vías	46
2.2. Curvas circulares.	47
2.3. Sobre - elevación.	50
2.4. Curvas de espirales.	52
2.4.1. Curvas espirales practicas simplificadas.	52

2.4.2. Diversas espirales a las curvas simples. . . . .	52
2.4.3. Curvas compuestas con espirales. . . . .	52
2.5. Velocidades limites . . . . .	57
2.6. Ampliación del escantillón. . . . .	60
2.7. Elementos de drenaje. . . . .	60
2.7.1. Drenaje. . . . .	60
2.7.2. Cunetas para ferrocarriles . . . . .	60
2.7.3. Alcantarillas . . . . .	60
2.7.4. Drenaje superficial. . . . .	60
2.7.5. Colectores . . . . .	60
2.8. Elementos que forman una vía férrea . . . . .	65
2.8.1. Plataformas. . . . .	65
2.8.2. Capa subyacente . . . . .	65
2.8.3. Capa sub - balasto. . . . .	65
2.8.4. Durmientes . . . . .	65
2.8.5. Riel. . . . .	65
2.8.6. Ancho de vía . . . . .	65
2.9. Locomotoras . . . . .	72
2.9.1. Locomotoras de vapor. . . . .	72
2.9.2. Modernas locomotoras de vapor. . . . .	72
2.9.3. Locomotoras de modernas de vapor. . . . .	72
2.9.4. Locomotoras diesel mecánicas . . . . .	72
2.9.5. Locomotoras diesel eléctricas . . . . .	72
2.9.6. Locomotoras diesel eléctricas . . . . .	72
2.9.7. Locomotoras turbinas de gas. . . . .	72



2.10. Autovías y trenes de pasajeros. . . . .	78
2.11. Control de calidad. . . . .	79

**Capítulo 3.- Resumen Ejecutivo de Macro y Micro localización.**

3.1. Generalidades.. . . .	80
3.2. Resumen ejecutivo. . . . .	81
3.3. Entorno geográfico. . . . .	82
3.3.1. Topografía regional y de la zona en estudio. . . . .	82
3.3.2. Hidrología regional y de la zona en estudio. . . . .	82
3.3.3. Uso del suelo regional y de la zona en estudio. . . . .	82
3.4. Informe fotográfico. . . . .	90
3.5. Estudio de tránsito. . . . .	92

**Capítulo 4.- Metodología.**

4.1. Método empleado. . . . .	93
4.1.2. Método matemático. . . . .	93
4.2. Enfoque de la investigación. . . . .	94
4.2.1. Alcance de la investigación. . . . .	94
4.3. Diseño de la investigación. . . . .	95
4.3.1 Investigación transaccional. . . . .	95
4.4. Instrumentos de recopilación de datos. . . . .	96
4.5. Descripción del proceso de investigación . . . . .	97

## **Capítulo 5.- Análisis e Interpretación de Resultados.**

5.1. Características principales de un proceso constructivo. . . . .	99
5.1.1. Desmonte. . . . .	99
5.1.3. Despalme. . . . .	99
5.1.4. Corte. . . . .	99
5.1.5. Banco de préstamo.. . . .	99
5.1.6. Terraplenes. . . . .	99
5.1.7. Material para subyacente . . . . .	99
5.1.8. Material para sub - balasto. . . . .	99
5.1.9. Acarreo para terracerías . . . . .	99
5.1.10. Obras de drenaje. . . . .	99
5.1.11. Cercado del derecho de vía. . . . .	99
5.2. Calendario de obra . . . . .	107
5.3. Catalogo de precios. . . . .	108
5.4. Presupuesto de obra. . . . .	109
5.5. Análisis de resultados. . . . .	111
<b>Conclusión.. . . .</b>	<b>113</b>
<b>Bibliografía.. . . .</b>	<b>117</b>
<b>Anexos</b>	

## RESUMEN

En el presente trabajo de tesis titulado analizar el proceso constructivo del libramiento ferroviario de Tehuantepec, Oaxaca del km 7+400 al 10+000 y del 12+600 al 15+019 de la vía federal Matías Romero – Salina Cruz en el mpio. De Santo Domingo Tehuantepec Oaxaca, se tuvo como objetivo analizar si el proceso constructivo fue el adecuado en el desarrollo de la obra y para tener una mejor funcionalidad en la vía de comunicación; desarrollando para este trabajo de investigación el capítulo 1 el de vías terrestres, observando los aspectos más principales que se deben tomar en cuenta para una vía de comunicación, en el capítulo 2 se abordó las principales características que determinan una vía férrea el cual se respaldó en base a la teoría el análisis del proceso constructivo para caminos.

En lo que se refiere a la ubicación geográfica y topográfica del tramo en diseño está contenida en el capítulo 3 con el título marco de referencia.

En el capítulo 4 la metodología usada en este trabajo fue el método matemático cuantitativo apoyado en el método analítico, siendo una investigación no experimental, elaborando un análisis del proceso constructivo diseño fuera el idóneo respaldado en la teoría recaudada en el capítulo 2 y apoyado en los programas de computadoras se llegó a los cálculos necesarios para la realización del proceso constructivo y todas las herramientas necesarias para una vía de comunicación segura y funcional.

De esta manera, se considera que este trabajo beneficiará a la comunidad de Ingeniería Civil, estudiantes de Ingeniería Civil, la población del tramo ferroviario o usuarios que circulen en la vía férrea. Dentro de lo que cabe mencionar, en la presente investigación se tiene como principal alternativa un

buen análisis para realizar y ejecutar el proyecto y tener una factible terminación;  
así como dar un buen servicio al usuario.

# INTRODUCCIÓN

## **Antecedentes.**

En los comienzos de la era primitiva, los hombres se desplazaban a pie y descalzos por largas distancias, las cargas eran transportadas en ancas o grupas y hacia que su traslado fueran un poco lento y riesgoso, luego se llego a la necesidad de aumentar la carga y tubo la finalidad de fabricar el primer vehículo conocido por el hombre llamado trineo, este era trabajado por el arrastre del hombre, después se adapto a animales para dicho esfuerzo después se fue revolucionando a través del tiempo, desde su inicio el tronco se uso como elemento de arrastre luego surgió la caretilla, empujada por el hombre, las carretas coches, carrozas, movidos por animales hasta la actualidad.

Con esto surgió la necesidad de tener vías terrestres de comunicación y esta fue evolucionando desde caminos, brechas, terracerías, carreteras, aeropuertos, vías férreas y vías marítimas.

De acuerdo con Frederick S. Merrit (1999) a un camino se le debe dar el porcentaje de pendiente y el bombeo de acuerdo al proyecto que se vaya a ejecutar, para que el agua escurra a las obras de drenaje, los cuales pueden ser cunetas de concreto y lavaderos.

Las cuales deben tener las secciones y medidas exactas para satisfacer la necesidad a lo que están diseñadas.

Sin embargo, en México se han hecho muy pocas investigaciones sobre el proceso constructivo en vías férreas; en cuanto a la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Don Vasco A.C. no existen tesis relacionadas con este tema, por lo cual la presente innova en este sentido para todo consultor que quiera adquirir más aprendizaje y quiera ampliar sus conocimientos.

## **Planteamiento del Problema**

La necesidad de un buen proceso constructivo en la interacción del Libramiento Ferroviario de Santo domingo Tehuantepec, representa para el pueblo de Tehuantepec un beneficio muy importante ya que la vía de ferrocarril cruzaba por el centro del pueblo donde se ubica el mercado principal del pueblo ya mencionado anteriormente esta fue una solución para evitar accidentes con la comunidad y para la región una obra muy importante; ya que es una vía que comunica a las ciudades de Salina Cruz – Matías Romero una de las vías más importantes del Sur del país, al igual que para los estados de Tabasco Chiapas, El Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, y otros países como son Guatemala el Salvador y honduras por lo que dicha vía de ferrocarril se encuentra en una zonas donde la demanda de mercancía es muy alta por estar cerca de la Refinería muy importante del país y uno de los lugares de turismo en los últimos años ha representado ganancias importantes, por ser este un lugar donde se concentra en los últimos años un importante desarrollo turístico.

Es por ello que un mal proceso constructivo de la intersección perjudicaría y provocaría una mala ejecución de la obra, además de intervenir en un entorpecimiento por consecuente provocar pérdidas económicas en la región,

He aquí la importancia de un buen proceso constructivo en la interacción del libramiento, que genere comodidad, seguridad y que tome en cuenta todos los aspectos necesarios con el fin de prevenir malestares en la sociedad y evitar gastos excesivos a la hora de la construcción de una obra civil tan importante para

el pueblo de Santo Domingo Tehuantepec, la región y en su totalidad que beneficia a ambos estados involucrados que son Salina Cruz y Matías Romero, ya que para ambos beneficia en la circulación y transporte de mercancías.

## **Objetivos**

A continuación se proponen varios objetivos, uno de ellos que es el general y subsecuentemente varios objetivos específicos.

### **Objetivo general:**

Analizar si el proceso constructivo fue el adecuado para la construcción del Libramiento Ferroviario de Santo Domingo Tehuantepec Oaxaca.

### **Objetivos específicos:**

Definir qué es una vía terrestre.

Establecer qué es un proceso constructivo.

Analizar la interacción en el Libramiento Ferroviario de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca.

Analizar los medios de acarreo de material.

### **Pregunta de investigación**

Se definirán diferentes cuestiones como son:

¿Cómo se integra un precio unitario?



¿Qué es una interacción?

¿Cómo interviene un precio unitario en un costo de obra?

¿Cuál es la mejor alternativa de proceso constructivo?

¿Qué es una vía férrea?

### **Justificación**

La presente investigación comprende un beneficio colectivo, primordialmente al pueblo de Santo Domingo Tehuantepec, ya que es una vía de comunicación que intercepta con la vía de ferrocarril a Salina Cruz – Matías Romero, que a su vez abastece y suministra a la empresa más importante del país “la refinería” con mercancías, transporte y servicios; al mismo tiempo beneficia a la región, dándole estabilidad al proyecto y previniendo más accidentes.

Además de aportar a la ingeniería una solución viable para este tipo de intersecciones y aspectos críticos que se observan, analizan y solucionan en la presente investigación. También se beneficia al investigador por encontrar una solución y resolver un problema con características específicas de la región, ampliando el conocimiento y aplicando la teoría en la práctica.

Igualmente se beneficia a todo estudiante de la Escuela de Ingeniería civil de la Universidad Don Vasco, ya que no existe ninguna investigación del tema por lo que sumara una solución y un ejemplo más de ingeniería aplicada a la

realidad, que será de mucha utilidad para todos los ingenieros civiles y estudiantes de la Universidad.

### **Delimitacion**

La presente investigación solo comprende el proceso constructivo del libramiento ferroviario entre el tramo Salina Cruz – Matias Romero del Km. 7 + 400 al 10 + 000 y del 12+600 al 15 + 019 ubicado en el Mpio. de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca.

Esta tesis es aplicable para la solución de un libramiento para evitar accidentes dentro del pueblo de Santo Domingo Tehuantepec, Beneficiando a todos los que circulen por esta vía de comunicación.

Para recaudar información se utilizaron obras de diferentes autores entre los más importantes destacan:

Mier S. José Alfonso	Introducción a la Ingeniería de Caminos
Ferrocarriles	Togno, Francisco. M
Tesis profesional	Abraham S. Daly Haber
Vías de comunicación	Crespo Villalaz, Carlos

## **Marco de referencia**

En esta apartado se describirá lo referente al tramo ferroviario donde se va a desarrollar el proyecto o donde se va a ejecutar la obra.

El libramiento ferroviario se encuentra en la población "Santo Domingo Tehuantepec, que pertenece al estado de Oaxaca donde se encuentra localizado en el sureste del estado de Oaxaca, en las siguientes colindancias geográficas: 15° 59´ y 16° 58´ de latitud norte y entre los 94° 12´ y 95° 46´ de longitud del Oeste del Meridiano de Greenwich. A una altura de 40 metros sobre el nivel del mar.

Limita al norte con los municipios de Santa Ana María Jalapa del Márquez y Santa María Mixtequilla y al noreste con San Pedro Comitancillo, al oeste con San Blas Atempa, San Pedro Huilotepec y Salina Cruz al noroeste con Magdalena Tequisistlán, al oeste con San Miguel Tenango y San Pedro Huamelula, al sudoeste con Santiago Astata y al sur con el Océano Pacífico.

El municipio de Santo Domingo Tehuantepec tiene una superficie de 965.8 km<sup>2</sup>. Este Municipio se distingue por sus costumbres y comidas típicas del pueblo donde genera una mayor parte del turismo y por tener cerca una de las principales empresas del país como es la refinería ubicada en el Municipio de Salina Cruz.

# CAPÍTULO 1

## VÍAS TERRESTRES

En el presente capítulo se estudiará lo correspondiente al estudio de las vías terrestres principalmente en vías férreas, así como definiciones de conceptos sobre el tema.

### 1.1 Antecedentes de los caminos

Según Mier (1987), algunos antropólogos basándose en estudios en estudios de restos humanos y reliquias arqueológicas han llegado a la conclusión de que el hombre existe en la tierra desde hace unos 100,000 años. El hombre dejó de ser nómada y conoció la agricultura, esto gracias a la exploración de vestigios encontrados en ríos como el Nilo, floreciendo con ello las primeras civilizaciones hace unos 6000 años.

Al inventarse la rueda en Asia menor hace unos 5000 años. Los egipcios y asirios eran dos pueblos florecientes que fueron de los primeros en desarrollar caminos, ya que surgió una necesidad de transportarse de Asia a Egipto y viceversa; así también los cartaginense construyeron caminos de piedra, que a su vez los romanos copiarían después alrededor de 500 años A.C. Una característica del imperio romano fue la calidad de sus ingenieros militares para construir la red caminos con distancias más cortas para transportarse en menos tiempo y fueran seguras de un lugar a otro.

En México los primeros caminos fueron construidos principalmente por dos grandes civilizaciones, “los aztecas y los mayas, quienes por sus actividades comerciales, religiosas y bélicas, utilizaban ampliamente los caminos; de algunos perduran aún los vestigios, como los famosos caminos blancos de los mayas, esto se manifestaron tanto para construir caminos como por conservarlos” (Mier; 1987: 2).

Igualmente, Mier (1987) menciona que al llegar los españoles encontraron que sus pobladores desconocían la rueda pero que contaban con un número de caminos, veredas y senderos; pero no vehículos de transporte. Así con la llegada de los gobernantes realizaron las primeras modificaciones a los caminos existentes y la necesidad de construir nuevos caminos para comunicarse con nuevos países.

La situación creada por la guerra de independencia, impidió la realización de caminos. En 19 de noviembre de 1867 el presidente de la república, Lic. Benito Juárez, creó un impuesto dedicado a la conservación de caminos, sustituyendo el de “peaje”.

Fue hasta 1891 cuando el Gral. Porfirio Díaz entonces Presidente de la República creó la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas y que en 1958 en atención a la creciente demanda de nuevos y más veloces automóviles fue dividida ésta secretaría en dos: la Secretaría de Obras Públicas y desde 1982 hasta la actualidad Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Esto

corresponde a la primera entre otras cosas, el despacho de los asuntos relativos a la construcción y conservación de caminos, aeropuertos y vías férreas.

## **1.2 Inventario de caminos.**

Partiendo de lo dicho por Mier (1987), para obtener el inventario de caminos de una entidad, existe un método sencillo que es recorriendo de los caminos en un vehículo tomando kilometrajes con el odómetro y anotando la información que se presente a simple vista, o con la ayuda de medios topográficos para mayor exactitud.

Un procedimiento que es preciso, rápido y económico y que dibuja el perfil por medio de un sistema barométrico y anexado el levantamiento directo de los aspectos de los caminos se consideran importantes del camino es el método ondógrafo-giroscópico-barométrico. Los datos de inventario que se obtienen de éste método son: planta del camino, perfil, itinerario, configuración del terreno por el que se cruza, características de la superficie de rodamiento, sección transversal, alineamiento horizontal, alineamiento vertical, visibilidad, señalamiento, obras de drenaje, cruces y entronques con otras vías de comunicación, características de los poblados por los que pasa el camino, uso de la tierra a los lados de los caminos y demás datos que se consideren importantes.

Una de las aplicaciones de las inmediatas que puede tener el inventario de caminos, es la obtención de la capacidad de los caminos que integran la red. Las principales características geométricas de un camino, que influyen en su capacidad, son su sección transversal, comprendiendo ancho de carriles; distancia

a obstáculos laterales; ancho y estado de los acotamientos; alineamiento vertical; alineamiento horizontal y distancia de visibilidad. Todos estos datos son obtenidos al efectuar el inventario y por lo tanto pueden ser aplicados de inmediato para calcular la capacidad de los diferentes tramos, se podrán también precisar las condiciones en que estará trabajando el camino al cabo de ese tiempo y se podrán realizar oportunamente las mejoras necesarias en el tramo o tramos afectados, a evitar congestionamiento o funcionamiento defectuoso, que se traduce en gran incidencia de accidentes.

Una aplicación también importante del inventario de caminos consiste en la posibilidad de señalar las obras necesarias y sus prioridades en los programas de reconstrucción, conservación y construcción.

Una vez ya obtenidos los datos y terminado el inventario de caminos, debe mantenerse al día, mediante el registro adecuado de los cambios hechos. Para ello se recabaran, en las dependencias correspondientes, datos sobre las modificaciones que se hagan en fechas posteriormente a la realización del inventario del tramo, a fin de tener únicamente e con revisiones periódicas el estado real y verdadero de la red.

### **1.3 Características esenciales del ferrocarril.**

De conformidad con ferrocarriles (1982), el transporte representa el movimiento de alimentos, consumos industriales y productos manufacturados indispensables a la vida, incluso en el traslado de pasajeros. Los transportes eficientes son la base del desarrollo el cual depende de la producción donde se

complementan los recursos locales prácticamente la transportación terrestre ha hecho posible la formación de grandes ciudades fuera de las zonas marítimas o lacustres y riberas de ríos navegables donde se iniciaron las antiguas civilizaciones, logrando con ello la conquista de nuevos pueblos el ferrocarril no pretendía remplazar a otro tipo de transporte, si no que pretendía lograr y substituir y mejorar su servicio y su economía.

En nuestro país la carencia de vías férreas trae como consecuencias que se incrementa nuestra red, produce un aumento en los costos para abatir el mejoramiento de las líneas existentes y la construcción por prioridad efectiva de las nuevas líneas.

En este siglo se aumentó en ampliar y dar mejoramiento un poco más las vías férreas aunque tengan sus ventajas y sus desventajas. Por ejemplo el ferrocarril mueve el mayor porcentaje de todo las mercancías pero la desventaja es mayor porque su traslado es mas tardado debido a su velocidad.

#### **1.4 Tipos de líneas.**

No sería posible hacer una clasificación categórica de las vías férreas: pero lo más generalmente aceptadas es la de "Líneas Principales y Líneas Secundarias". Las líneas principales son aquellas que forman las grandes troncales y las líneas secundarias las que complementan la red formada por las anteriores dando así la vía completa. "Líneas de Vía Angosta y de Vía de Ancha".

Esta clasificación responde al respecto económico de su construcción sin tener en cuenta si es una vía principal o secundaria. "Líneas de tránsito general,



Líneas Suburbanas y Líneas Urbanas”. Relativamente representan las líneas de tránsito general que corresponden al servicio nacional o internacional de larga distancia, las suburbanas son aquellas que ligan una población, las líneas Urbanas son las que presentan servicios dentro de las poblaciones. “líneas de servicio Particular”, son exclusivamente al servicio de algunas empresas de carácter privado tales como las líneas mineras.

### **1.5. Constitución de la vía.**

Partiendo del manual de vías de comunicación (2005), la vía de un ferrocarril se compone de dos partes principales: las características son el conjunto de obras formadas por cortes y terraplenes para llegar al nivel de subrasante, y la superestructura, es la parte que va a arriba de la terracería y la forman dos hileras de rieles sujetos a piezas transversales llamadas “durmientes” que a su vez descansan sobre un lecho de material pétreo llamado balasto, a lo que hay que agregar los accesorios de la vía tales como placas, planchuelas, tornillos, etc.

El riel recibe principalmente las cargas directamente de las ruedas y las trasmite a las terracerías así mismo dirige el sentido del movimiento, procurándose en su colocación evitar los rozamientos excesivos con las pestañas de las ruedas los rieles son normalmente laminados de 12m (30 pies) de longitud. Sin embargo, a mayor longitud de riel se disminuye la cantidad de juntas y por lo tanto se disminuyen los puntos débiles de las vías. Las juntas entre rieles pueden efectuarse de dos maneras: como junta apoyada o como junta suspendida estos

se fijan a los durmientes por medio de clavos que se ponen cuatrapeados para que no se raje el durmiente.

El balasto principalmente es material escogido, tal como piedra triturada, grava, escoria, cenizas, etc. Que se coloca sobre las terracerías compactadas para dar apoyo y estabilidad a los durmientes o traviesas. El balasto mantiene a los durmientes alineados y nivelados, permitiendo arrojar el agua fuera de ellos y haciendo posible el alineamiento, nivelación y elevación de la vía o bien de los durmientes sin tocar el lecho. A continuación se mencionan algunos materiales empleados como balasto.

1. Piedra triturada.
2. Granito desintegrado.
3. Escorita triturada.
4. Grava lavada.
5. Gravada cribada.
6. Grava de río.
7. Grava de mina.
8. Cenizas.
9. Residuos de la trituración de piedras.
10. Arena.
11. Grava cementada.
12. Escoria granulada.

El espesor necesario de balasto para una vía de primera, a fin de que pueda resistir satisfactoriamente las pesadas cargas a que serán sometidos. La velocidad es la principal según sea en tangente o en curvas más adelante se

estudiara la relación que limita la velocidad con el radio de las curvas y que generalmente se aceptan, es de la forma,  $v, k \sqrt{\text{radio}}$  en la cual se observa que interviene la  $a n = v^2 / R$ .

El coeficiente  $k$  varía según las condiciones de vía: ancho, sobre elevación, radio etc. Adoptando como promedio valores  $k = 3.8$  en curvas ligeramente sobre-elevadas.

A continuación se tiene una tabla que da valores  $R$  y  $V$ .

Radios	Curva perealadas	Curvas no Peraladas
R	v	v
100 metros	46 Km / h	30 Km / h
200 metros	55 Km / h	37 Km / h
300 metros	65 Km / h	45 Km / h
400 metros	76 Km / h	52 Km / h
500 metros	85 Km / h	58 Km / h
600 metros	93 Km / h	63 Km / h
700 metros	100 Km / h	68 Km / h
800 metros	107 Km / h	73 Km / h
900 metros	114 Km / h	78 Km / h
1000 metros	120 Km / h	82 Km / h

Las pendientes tienen influencia económica en la vía, pero también quedan limitadas por el tipo de tracción que se emplea, considerándose el límite dado por la pendiente que pueda subir una máquina sola de tracción.

### 1.6 Características de la vía.

La vía y los materiales que lo forman incluyendo el equipo móvil tiene relaciones estrechas y ésta es para que al momento de estudiarlas con otro equipo móvil tienen como objetivo de no golpearse entre móvil y móvil, durante el

movimiento de los trenes, procurándose una vía resistente, flexible y continua con el objetivo de evitar deformaciones en planta y perfil.

En otros tipos de vías, por ejemplo las carreteras, el pavimento puede ser rígido, ya que las llantas neumáticas absorben los choques y vibraciones, en tanto que en la vía férrea son llantas rígidas, la vía debe tener elasticidad suficiente para que realice una excelente función al ser transitada.

Al construir las vías pueden ser de dos tipos una es que tenga un margen de inclinación para que sea más robusta y tenga una duración más factible y la segunda al construirla que sea lo más elástica posible para que tenga la misma duración posible. En cuanto el primer podrá contar con un mayor capacidad de tonelaje pero la velocidad será menor y el segundo es todo lo contrario será más rápido pero menor la capacidad de tonelaje es más usado para transporte de persona, por lo tanto las dos pueden utilizarse con seguridad.

En este caso en las vías férreas las pendientes, las curvas horizontales en planta, curvas verticales en perfil deben ser lo más suaves y procurar que sean lo menos la unión de rieles evitando el mayor número de juntas teniendo en cuenta no solo el punto de vista estático, sino también el dinámico.

### **1.7 Terracerías y Balasto.**

Las terracerías son la principal fuente al lograr que tengan las condiciones de resistencia y flexibilidad para tomar cargas aproximadas de 6 kgs. /cm. El cual para evitar que la superficie de la infraestructura se deforme al colocar los

durmientes, se coloca una capa de balasto para repartir las cargas uniformemente evitando las deformaciones de las terracería.

El Balasto. Los objetivos del balasto como parte de la estructura de la vía férrea, son muy diversos y todos ellos de gran importancia como son: 1º confinan los durmientes, oponiéndose a sus desplazamientos longitudinal y transversal, originados por el drenaje o la tracción del equipo por el cabeceo por las fuerzas centrifugas o por sobre elevación excesiva en las curvas y en las vías soldadas, por los considerables esfuerzos que desarrollan con los cambios de temperatura, 2º transmite las presiones a la superestructura, 3º drena la vías, sirve de elemento nivelador para la conservación de la rasante, el balasto trabaja diferente que el sub – balasto para que entiendan que tienen diferente función para que no vayan a sustituir, ni aún parcialmente, una capa por otra.

Las dimensiones del material que forma el balasto, pueden variar desde 2 hasta 7.5 cm aunque generalmente se exige que no pasen de 4 a 5 cm, estas limitaciones de debe a las dificultades que representa el material por ser un material muy grande, para la precisión con que debe ser niveladas las vías. Estos materiales se obtienen de la trituración de rocas o escorias y en algunas ocasiones por la trituración parcial de conglomerados extraídos de depósitos naturales, también pueden usarse gravas cribadas de minas o de río.

El balasto se distribuye en la vía mediante góndolas de puertas laterales o de descargas inferior “tolvas”, en cantidades calculadas para levantes de 10 cm, hasta alcanzar la sección que haya sido especificada. En cada operación la vía se

levanta a la altura prevista y después se calza, distribuyendo el balasto debajo de los durmientes. Estas operaciones se trabajan mecánicamente empleando gatos calzadores y multicalzadoras, efectuándose en algunas ocasiones con herramientas manuales

### **1.8 Durmientes.**

Clases: de madera (dura y blanda), de concreto (pretensado y blocks reforzado con unión de acero estructural y articulación con pretensado) y conchas de acero.

Estos durmientes son utilizados para mantener el balasto lo más uniformemente posible y también para mantener el escantillón o amplitud entre rieles. La longitud de los durmientes es función de la anchura de la vía y del material de que están constituidos generalmente tienen una longitud de 2.40 a 2.70m. En nuestro país se emplean de 2.44m estando espaciados entre uno y otro de 25 a 30 cms, entre caras contiguas.

#### **1.8.1 Durmientes de madera.**

En nuestro país se usa principalmente madera dura tropical (chicozapote, mora quebracha, tepe guaje, jabín, etc.) blandas de madera de pino resinoso ponderosa, pino ocote y ciprés y maderas de encinos, laurel, etc. La sección de este tipo de durmientes es de 18 x 20 x 240 cm que resulta factible para maderas tropicales y pinos porque llevan menor escuadrías y los durmientes de encinos y roble son de 15 x 25 x 260 cm y pesan aproximadamente 80 kg por pieza

La calidad de una vía con diferentes edades de los durmientes, se mide en función del número de durmientes verificando que estén al 90% en buen orden para las vías de primera clase y teniendo tolerancia del 15 al 25% en mal estado, para las vías de menor tráfico, en cuanto aumenta el % de durmientes en mal estado la vida útil promedio, en teoría es de 18 años donde la conservación requiere rehabilitaciones inmediatas.

La madera resulta excelente para poder absorber los momentos negativos y otras complejas deformaciones imprevisibles, las más frecuentes fallas, ocurren bajo los rieles y en gran parte dependen del balasto sucio que pudre los extremos. Los grandes esfuerzos rasantes en las curvas de radio corto, no es posible soportarlo solo con durmientes y clavos renovados con frecuencia, lo cual obliga a usar barras de escantillón.

El durmiente de madera tiene sus ventajas a su favor en las vías de gran tráfico con terraplenes bien drenados y compactados cuando el riel es de un calibre tal que su vida útil es tan reducida que precise cambiarlo con mayor frecuencia que los durmientes lo cual solo ocurre en tramos excepcionales.

Se puede realizar una impregnación de durmientes: consiste en introducir un líquido que preserve la duración de la madera, mediante una presión (que no destruya las fibras) suficiente para llenar los tubos capilares hasta llegar lo más dentro del corazón de la madera, otro tipo de curado es el creosotado el cual funciona en introducir los vagones con durmientes en hornos especiales y se levanta la presión para expulsar el aire y otros productos contenidos. Es

conveniente acompañar el creosotado con ácido fenico y naftalina, para este proceso se recomienda madera seca el curado con cloruro de zinc es más económico pero requiere de más cuidado en su operación las maderas tratadas tienen una vida útil las que no son tratadas.

### **1.8.2 Durmientes de acero.**

Denominadas conchas, presentan una cara superior dotada de los elementos para sentar los rieles, afirmar el escantillón y sujetar las cabezas de los pernos de fijación del patín. Los bordes volteados hacia abajo representa características de anclaje que es excelente para vías sinuosas o de riel soldado, la concha es hueca y precisa al usar adecuado el balasto y saber cómo colocarlo para que quede bien calzado, usando herramienta mecanizada especial para compactar correctamente el balasto debajo del riel.

El peso es de solo 75 kg para vía ancha por cada pieza este peso es igual al durmiente de madera y puede ser manejable por una persona con facilidad. No es recomendable utilizarlos cerca del mar o de los túneles porque se tienden a oxidarse donde se puede utilizar correctamente es en la montaña o en el desierto y en lomerío resultan ideal en este territorio este durmiente.

Según Francisco M. Tognó (1982), las características de duración mínima de este durmiente es de 60 años, con fuerte tráfico vida útil homogénea, gran resistencia al desplazamiento lateral y al corrimiento longitudinal reduciendo anclas.



### 1.8.3 Durmientes de Concreto

Según Francisco M. Togno (1982), en la actualidad se han estado utilizando los durmientes de concreto en otros países, por ejemplo el durmiente pretensado americano MR – 2, tensa mayor tonelaje que el alemán y resuelve las mayores cargas por eje, de acuerdo con las características de mantenimiento de vías americanas, velocidades, etc., empleando avanzada técnica apoyada en la extensa experiencia europea.

El concreto debe resistir entre 700 y 800 kg / cm<sup>2</sup> a la compresión 80 kg / cm<sup>2</sup> a la tensión y utilizando agregados pétreos de gran dureza, ya después de dar servicio es cuando se empiezan a tener fisuras, pero la fuerza del pretensado las mantiene cerradas e invisible.

Los durmientes de concreto se clasifican en:

- a) Capaces de resistir momentos flexionan tés en el centro y bajo los rieles.
- b) De sección reducida en el centro
- c) Mixtos que son los compuestos de dos bloques de concreto ligados entre sí por una trabe metálica, la cual permite tomar momentos flexionan tés en el centro del durmiente.

Los durmientes de los primeros grupos son rígidos y no han dado buen resultado, ya que a su difícil armado y manejo eleva el costo, sus dimensiones son de 2.44 x .25 x 0.20 m. para fijar los rieles se le colocaron unas perforaciones en las cuales se embuten pijas de madera sobre las cuales se atornillan los

tirafondos que ligan al riel con el durmiente, con el tiempo el balasto tiende a recorrerse al centro y aparece el momento flexionante central con que se desintegra el durmiente, por esta razón se requiere un cuidadoso mantenimiento en este tipo de vías.

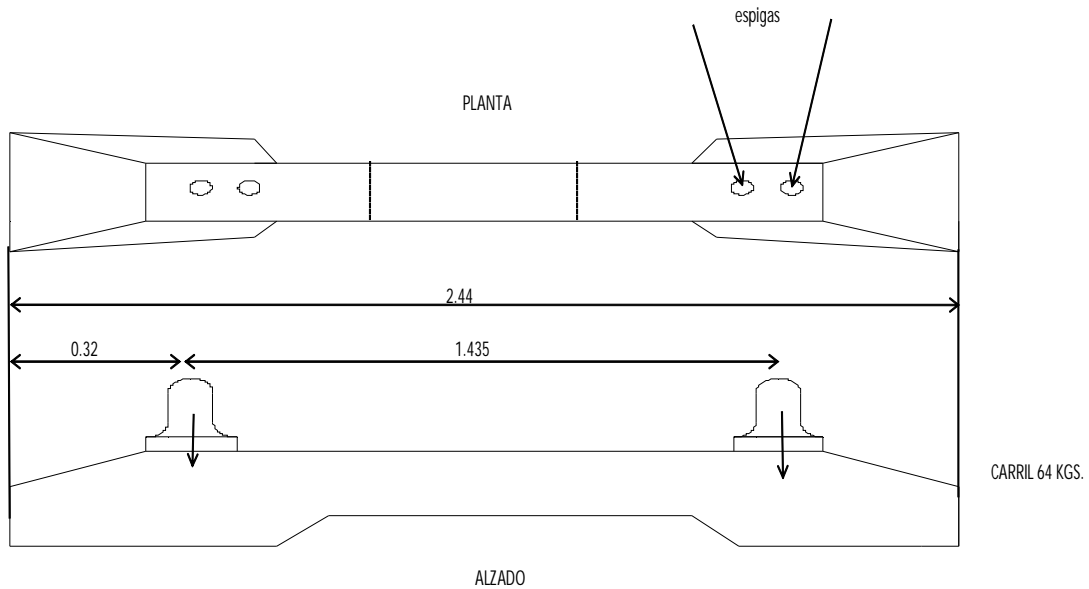


Fig. 1.1 Durmientes de concreto

#### 1.8.4 Durmientes mixtos.

Partiendo de lo dicho por Francisco M. Tognó (1982), estos durmientes se suprime el concreto en la parte central y se reemplaza por una viga metálica que une los dos bloques de rieles, esta construcción permite al durmiente tomar los momentos flexionantes centrales sin agrietarse. La viga es de tipo "T" y va empotrada por adherencia a las cabezas de concreto de aproximadamente de 70 cms. de longitud y de 25 a 30 cms, de anchura, teniendo el durmiente de longitud total de 2.44 m. el balasto en función al calzado del balasto solo se realiza debajo

de la cabecera del concreto y permite un correcto mantenimiento del ancho de la vía, igualmente tiende a tener favorable la inclinación de los rieles.

En algunos casos este tipo de durmientes mixto de concreto y acero queda articulado en el centro, lo que permite un costo menor de adquisición pero exige un mayor mantenimiento de la vía. Otra modalidad de estos durmientes mixtos son los SNCF / RS, que difieren del VAGNEUX principalmente en el sistema de fijación de riel a durmiente.

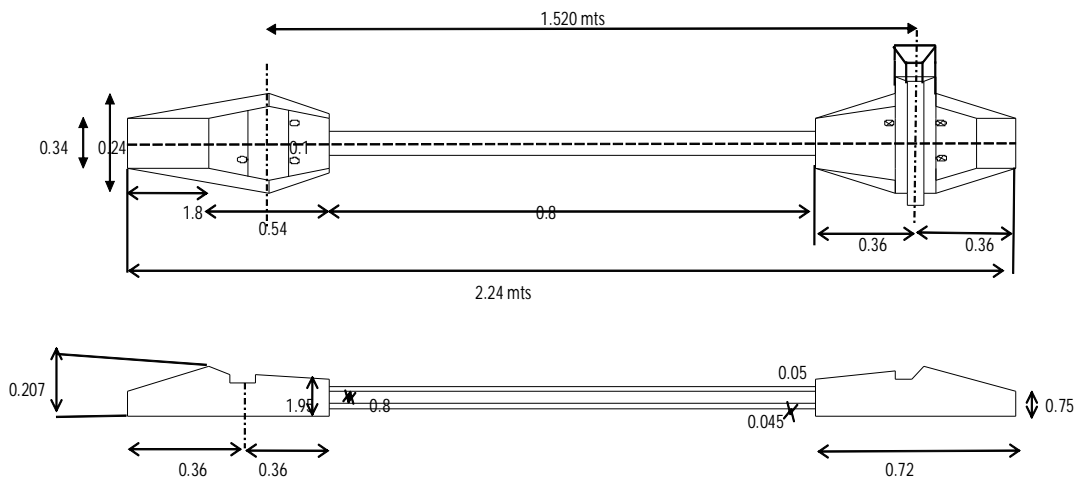


Fig. 1.2 Durmientes mixtos

### 1.8.5 Durmiente dividag: (B – 55).

Según Francisco M. Tognó (1982), es una robusta y correcta solución resiste de los esfuerzos, dentro del límite económico estrictamente calculado, donde los precios resultan competitivos con el diseño francés RS, siendo cada uno

de ellos excelente en su propio genero, lo que se caracteriza cada uno en su territorio, teniendo competencia sana.

Se ha concretado a presentar al mejor pretensado ( DIVIDAG) y el mejor de 2 blocks (RS), haciendo que tensados mayores de 27 ton, son costosos y solo podríamos recomendarlos para las vías con velocidad altas.

Los durmientes más recomendables para vías de tráfico mediano, el “RS” con barra económica de 9 kilos, o el “Z-Z” holandés con un solo tubo, parecen ser los más recomendables. Se señala que es factible emplear un durmiente de 2 blocks (con barra de 9 kg terciado ) alternando con 2 blocks sin barra ni tubo separador, lo cual produciría un costo muy económico para vías de trafico liviano donde se disponga de riel de buen calibre y moderada curvatura.

#### **1.8.6 Durmientes (R. S) para vías de 1ª clase (Barra de 15 K).**

El diseño de 2 blocks (por durmiente) ligados por una barra ligera de fierro, define la técnica francesa que evita los esfuerzos en lugar de resistirlos, la solución tan brillante de este modelo funcional ha limitada por otras patentes ( el zig – zag y el first), el primero intenta formar celosía indeformable y gran base para menores fatigas al balasto, en tanto el segundo básicamente resuelve el aspecto de su patente nacional, los blocks del RS son de (22 x 30 x 72 cm) con apoyos para los rieles inclinados (1.20). El concreto del RS resiste 400 kg / cm<sup>2</sup>.

Los blocks son zapatas que transmiten presiones casi uniformes al balasto, en tanto que la barra no recibe reacciones importantes del balasto a causa de su pequeña sección y de admitir cierta flexibilidad elástica sin afectarse la medida del

escantilló, este tipo de durmientes efectúa pruebas a flexión sin admitir grietas alguna usando cargas de 30 toneladas por cada blocks además de probar el concreto para resistir la abrasión al frotarse en su cama contra el balasto, duro.

### **1.9 Los Rieles.**

Según Crespo Villalaz (2005), el riel viene designado por el numero de kilos de peso por cada metro de longitud, de tal modo que cuando se dice: riel de 55 kg o de (112 lb), son los más utilizados en la actualidad.

El hongo o cabeza de riel se diseña considerando que va a estar en contacto con las ruedas cuyas pestañas tienen que guiar por lo tanto la altura del hongo debe ser mayor de la necesaria para la resistencia del mismo ya que debe existir una reserva de metal para proveer el desgaste. La parte correspondiente a desgaste por rodadura es normalmente de 1.5 cm, por lo tanto un riel que haya experimentando un desgaste de esa magnitud debe ser retirado.

La relación que existe entre la anchura “a” del hongo y la altura “c” del mismo debe ser tal que el desgaste de la anchura no obligue a quitar el riel antes de que haya que hacerlo por desgaste vertical. La relación a/c debe ser de 1.6 a 1.7 como máximo. El ancho de la cabeza del riel varia de 6 a 7 cm, teniendo al acercarse al de la superficie de rodadura de la rueda, ya que hace el desgaste vertical es menor y se aumenta la superficie de apoyo de las bridas disminuyendo su desgaste y dando origen a juntas menos deformables.

La superficie de rodadura de los rieles no es plana si no curvada con el fin de reducir el desgaste reciproco entre rueda y riel, si los rieles fueran planos producirían rebabas laterales y acabarían finalmente por desprenderse. El alma de los rieles es la parte que ha sido diseñada no solamente con el fin de absorber los efectos del corte sino también los efectos flectores que se producen por la acción de las cargas transversales. El patín debe darle al riel su resistencia máxima y una superficie contra las fuerzas transversales que provocan su volteo. Debe ser igual la repartición entre el hongo, el alma y el patín de los rieles, la repartición que sea considerado como buena es la de 40%, 22% y 38% respectivamente, de material en cabeza, alma y patín.

Los rieles son normalmente de 12 m (30 pies) de longitud, a mayor longitud de riel se disminuye la cantidad de juntas y por lo tanto se disminuyen los puntos débiles de las vías, las juntas entre rieles pueden efectuarse de dos maneras: como juntas apoyadas o como junta suspendida.

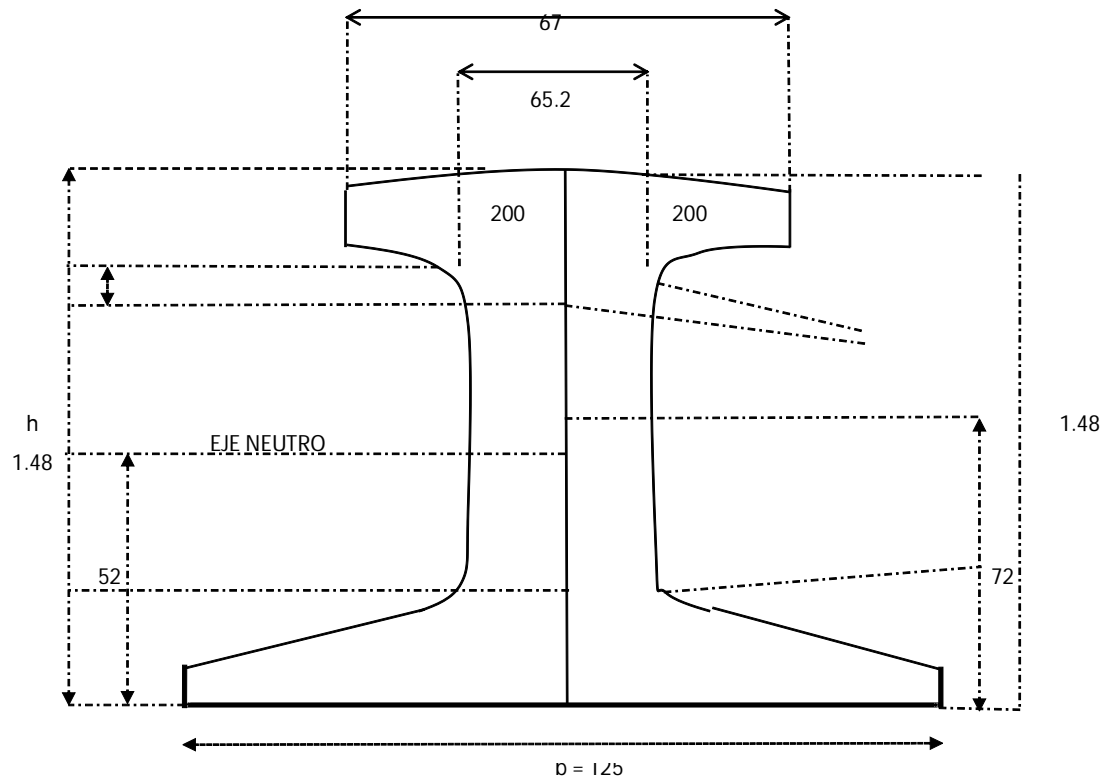


Fig. 1.3 Los rieles

Momento de inercia	65
Modulo de la sección	18.0
Modulo de la sección base	22.0
Relación m. de I. al área	5.83
Relación altura a base	1.20
Relación m. de s. cabeza al área	1.60
Peso estimado lbs por yarda	114.7

### **1.9.1 Fabricación de los Rieles.**

El objetivo es de fabricar barras cada vez menos defectuosas y vibraciones así como presiones y rozamientos por lo cual el acero debe tener más resistencia del 6000 Kg, / cm<sup>2</sup> como mínimo. Los rieles deben ser elásticos para evitar la fragilidad excesiva y deformaciones permanentes, el carbono y el fósforo producen un material resistente pero el material magnesio y fósforo son más frágiles pero se necesitan mezclar para que tengan las características apropiadas y poderlas analizar en el laboratorio de microscopio y pruebas de resistencia.

El acero empleado para la fabricación de los rieles tienden a ser resistentes al desgaste y su composición y manufactura. Durante el trabajo de los rieles soportan cargas móviles y dirigen el movimiento por lo cual son desgastados por las cargas verticales y transversales donde se presentan deformaciones muy variadas a la tracción, compresión, flexión, torsión y vibración. En este incluye también el deslizamiento en el frenado, por rozamiento internos del acero del riel, los grandes esfuerzos es, la parte de la cabeza produciendo aplastamientos, los esfuerzos laterales ejercidos por las pestañas donde se originan principalmente en las curvas producen desgastes muy fuertes.

- 1) La calidad o composición química del acero de la que dependen su resistencia, tenacidad y dureza, será cuando es más fino sea el grano del acero, lo cual se consigue una fabricación cuidadosa a base de temperatura.



- 2) El tipo de perfil empleado, ya que este depende de la mejor adaptación de la superficie de la llanta y el riel teniendo un desgaste menor entre ambos.
- 3) Las características geométricas planta y perfil de la vía son fundamental ya que el desgaste crece con la resistencia a la rodada dura y frenado por lo que en mayor sea la pendiente y curvas de radio muy reducido, teniendo el desgaste principalmente en el riel exterior.
- 4) El peso, número y velocidad de los trenes las características propias del equipo aumenta con el cuadro del peso y la velocidad.
- 5) Las condiciones atmosféricas y circunstancias locales produciendo oxidaciones prematuras en los rieles.

### **1.9.2 Desgaste ondulatorio.**

Unas de los principales desgastes de los rieles es el choque de la rueda con el riel debido a las oscilaciones de la caja de los vehículos que duran aproximadamente medio segundo y de las vibraciones del riel de un centésimo de segundo producen ondulaciones debido a que la rueda en su movimiento presenta instantes de drenaje y aceleración.

Este efecto se puede observar principalmente en los lugares en donde hay frenaje y arranque continuados. Principalmente al iniciar este tipo de desgaste longitudinal se sigue alcanzando rápidamente en algunos casos de 3 a 4 mm. Se pueden evitar al cepillar la superficie del riel.

### **1.9.3 Duración.**

Una de las cosas para retirar el riel de la vía es cuando presentan desgastes mayores de los indicados para cada tipo, peso y perfil, así se tolera hasta 16 m, de la cabeza, 2 mm en el patín y desgaste lateral medio de 15mm. El desgaste se relaciona con el trabajo de la vía en toneladas transportadas y depende de su planta y perfil.

El riel y las fijaciones duran más, gracias a dos factores: la soldadura y el amortiguamiento de las vibraciones por doble elasticidad (hule y rondana o grapa elástica). Para un tráfico "x" aproximadamente 20 años al riel soldado con vía clavada sobre placas metálicas, anclas etc.

### **1.9.4 Defectos y Roturas de los Rieles.**

Uno de los defectos más principales es la conservación de una vía y también se pueden clasificarse en dos tipos: defectos de fabricación y alteraciones debidas al servicio o a la edad del riel. En la fabricación se presentan separaciones y grietas principalmente en las cabezas del riel también se presentan diferentes tensiones y presiones en el hongo, alma y patín ya que al enfriarse las barras presentan diferentes que otra es la que el material no es homogéneo quedando inclusiones que provocan la rotura.

Antes de colocar los rieles es conveniente realizar ensayos como son dos tipos los metalúrgicos y los dinámicos. El primero se realiza durante la fabricación del acero y los segundos es aplicándoles cargas que provoquen tensiones y compresiones, vibraciones y principalmente choque sobre ellos.

### **1.9.5 Fijación de Rieles a los Durmientes.**

El conjunto de clavos, tornillos, placas de asiento, cuñas, etc. Son los materiales que se requieren para fijar las vías. El tipo de rieles es el que se definen los accesorios a emplearse en los durmientes de madera pueden utilizarse clavos cuya sección es cuadrada estos se colocan en los agujeros preparados en los durmientes y clavados a martillo, en la actualidad se está desechando el uso del clavo, ya que producen agrietamientos en los durmientes y se aflojan fácilmente. El riel puede fijarse al durmiente directamente o bien colocado una placa de asiento que sirve para aumentar la superficie de apoyo del riel en el durmiente y esto sirve para que tenga mayor durabilidad.

En los durmientes de concreto se colocan vigas de madera que sirven para recibir el tornillo de vía o bien una forma metálica que queda ahogada en el concreto y que permite el atornillado del tirafondo, en la vías modernas se están tratando de formar una unidad con durmientes mixto, sujeción doblemente elástica, rieles de gran longitud y pendientes no mayores del 25% esto es para tratar de tener en costo menor.

### **1.9.6 Juntas.**

Las juntas en los rieles son los sitios más débiles de la vía, principalmente desde el punto de vista dinámico, ya que al pasar las llantas del tren sobre los rieles producen choques que aumentan la resistencia a la tracción, producen corrimiento de los rieles, y el balasto tiende a tener presiones y posteriormente a deformaciones del riel.

En las juntas se pone una placa para dar la mayor continuidad a la vía, con el peso de las ruedas las extremidades de los rieles se flexionan y reciben choques que producen un rápido y un mayor desgaste de los montajes y el balasto se expulsa hacia el exterior, por esta razón las juntas tienen a resolver dos formas.

1. La junta apoyada, en la que empalme de los dos rieles se efectúa sobre el durmiente, los choques hacen mover el durmiente y el balasto tiende a desaparecer y la junta es muy peligrosa.
2. La junta suspendida queda entre los durmientes y esta es la mejor opción a ser que los choques son atenuados por la flexión de los rieles, aunque el desgaste no desaparece.

Para reducir las juntas se fabrican rieles con mayor longitud para tener menos soldaduras que se aplica durante la colocación, ya que las dilataciones y contracciones por temperatura son absorbidas por el balasto. A pesar de esto es preferible colocar juntas con el objeto de hacer más sencillas las reparaciones y se colocan de diferentes formas.

### **1.10 Mecánica de Suelos.**

La mecánica de suelos es la principal como la determinación de las normas que se acepten mediante la aplicación en una construcción y que dependen de clasificación para las obras como pueden ser carreteras, vías férreas, aeropuerto. Las ciencias naturales en el estudio de la aplicación de cargas sobre la corteza terrestre.

### **1.10.1. Propiedades de los suelos.**

La mecánica de suelos es la rama de la Ingeniería Civil que estudia la aplicación y que se componen de diferentes materiales y que tienen diferente función y se ocupan según se acepten con en el estudio de los sedimentos.

Según el suelo es un material formado por partículas minerales con propiedades, y que estas materiales pueden comportarse diferente como pueden ser blandas, o duras el cual pueden afectar el comportamiento de los suelos, dichas propiedades de los suelos son:

1.- La compresibilidad, se relaciona a la deformación que sufre un material al aplicar una carga o al disminuirla.

2.- Resistencia al corte, se puede medir por el esfuerzo cortante máximo que puede soportar ese material; el esfuerzo límite es aquel que causará una falla en el suelo por fractura o por flujo elástico.

3.- Permeabilidad, indica a la mayor o menor facilidad con que el agua fluye a través de un suelo estando sujeta a un gradiente hidráulico dado.

El suelo depende de un proceso que dan lugar la alteración de las rocas son la desintegración mecánica y la Descomposición química, principalmente cuyas causas son:

Desintegración Mecánica, congelación de agua (efectos de cuña al aumentar el volumen de agua), cambios de temperatura, efectos de los organismos (raíces, roedores, etc.), esfuerzos tectónicos, efectos abrasivos del

agua y el viento, efectos telúricos (sismos, terremotos.), efectos de la gravedad (taludes, derrumbes, etc.).

La descomposición química ocurre en presencia de agua y otras sustancias naturales, algunos ejemplos de interperismo químico en las rocas son: los diferentes minerales de algunas rocas con ácido carbónico producido por el agua, las rocas ígneas y silíceas, los materiales formados por hidróxidos de hierro son consecuencia del interperismo sobre rocas.

### **1.10.2. Tipos de suelos.**

a) Suelos residuales: este tipo de suelos son buenos para edificación sobre cimentaciones superficiales, a excepción si los suelos tienen huecos provocados por filtraciones de agua.

b) Suelos transportados: son los formados por los productos de alteración de las rocas removidos y depositados en otro sitio diferente al de su origen.

c) Suelos Aluviales: uno de los principales es el agua porque es el que transporta los materiales de determinados tamaños y distribución de los acarrees pudiéndose formar depósitos gruesos o finos dependiendo de la corriente de la velocidad, si la velocidad es mayor es cuando los depósitos son bancos de grava, cantos rodados o arenas en lechos de ríos. Y cuando la velocidad de la corriente va disminuyendo los depósitos son los finos, por ejemplo en arcillas y limos que son muy compresibles y de baja resistencia al corte.

d) Suelos Lacustres. Son suelos que se forman algunas veces por el acarreo del agua, pero principalmente se forman cuando un río pierde velocidad por lo que da origen a la formación de depósitos de partículas pequeñas y finas.

e) Eólicos. Son los suelos que se forman por el movimiento de las partículas debido al viento.

f) Depósitos de Pie de Monte. Son suelos formados por el efecto de la gravedad en diferentes tipos de materiales, ya sean de fragmentos de roca, materiales finos como la arcilla o el limo, gravas, arenas y algunas veces de materia orgánica.

### **1.11 Elementos de mecánica de suelos aplicados a la construcción de terracerías para ferrocarriles.**

La geología estudia las grandes rocas originales (ígneas, sedimentarias y metamórficas) en general es aplicable a material fragmentado en partículas cuya mayoría está comprendida desde grava de 3" hasta diámetros mínimos, pero claramente perceptibles a la vista y palpables al tacto (0.5 mm) las cuales se pueden clasificar mediante cribas.

Suelos finos es el término general aplicable a una mayoría de partículas de diámetros menores de 0.2 mm que apenas se pueden percibir estos diámetros no se pueden clasificar en las cribas por lo cual se usa el método de sedimentación para su análisis.

Los suelos gruesos o granulares no son cohesivos y se les llama bien graduados, cuando los vacíos de las gravas son llenadas por arenas y por lo tanto estos limos producen máxima densidad, con los suelos mal graduados.

Los suelos finos o plásticos, se afectan grandemente con la variable humedad, variando su volumen y densidad, capacidad de carga, etc. Por lo tanto no se requiere análisis de granulometría sino estudios sobre los comportamientos de plasticidad y de semifluidéz. La mecánica de suelos en la era moderna ha evolucionado en sus 50 años y es fácil confundir métodos y nomenclaturas y ahora los diferentes autores se han unificado para tener un solo criterio.

Espesor del balasto y su clasificación en la actualidad, se ha adoptado el sistema unificado donde grava es lo que pasa por la criba de 3" hasta retenerse en la malla No. 4 donde pasa la arena hasta que la retiene la criba No. 200 donde sólo pasan los finos.

Los ingenieros calculan el espesor de base y pavimento por el valor de soporte relativo y por el tráfico, su peso y frecuencia el cual debe ser permeable en todo el espesor de su base la que se golpea de continuo, tanto con el paso de los trenes como las herramientas para calzar y nivelar. Por lo que la sub rasante debe quedar sellada para evitar el agua de lluvia y para impedir que los suelos cohesivos puedan subir por capilaridad, al emplear una capa de arena sirve para detener el lodo mientras se sature de lodo.



Los suelos cohesivos; estos suelos son los más problemáticos a la hora de construir por trabajarlos o a la hora de hacer la estabilidad de los taludes de los cortes y su mantenimiento.

Límite Líquido. (LL), es la relación entre el peso de agua y el peso del suelo seco (porcentaje de humedad), esto se mide usando una cuchara y un cuchillo para observar el comportamiento del cierre de la ranura hecha en el lodo. Estas pruebas deben tener conocimientos los ingenieros a cargo de la construcción.

Límite plástico es la relación porcentaje agua entre peso seco cuando el suelo empieza a ser posible moldearlo en rollitos plásticos de pequeño diámetro, precisándose valores especificados por la prueba estándar. La diferencia entre  $(LL) - (LP) = (IP)$  es el índice plástico el cual sirve para caracterizar el comportamiento plástico del suelo, junto con el (LL).

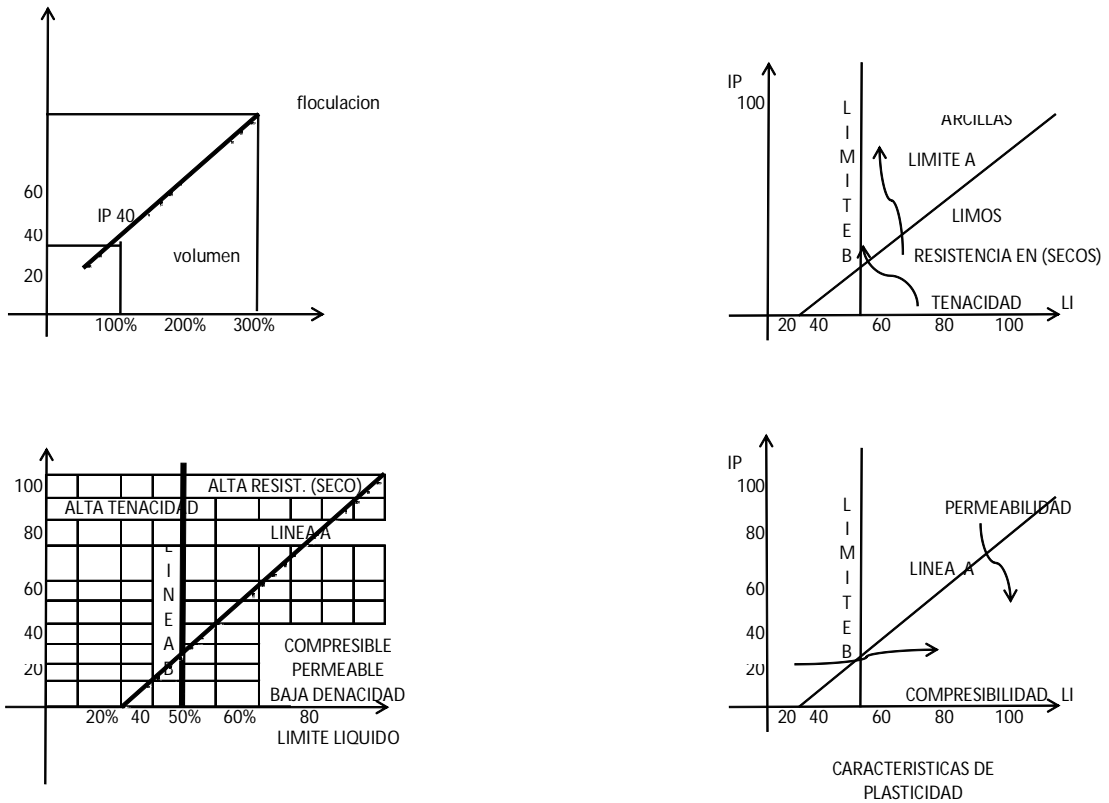


Fig. 1.4 Elementos de mecánica de suelos aplicados a la construcción de terracerías para ferrocarriles.

La densidad y humedad del suelo; cada suelo mientras se incremente la humedad aumenta su peso volumétrico hasta un porcentaje óptimo y luego pierde su máxima densidad al rebasarse esa humedad óptima.

Compactar un suelo, es reducir mediante presión o vibrado y hasta grado óptimo, los suelos pueden mezclarse entre sí para mejorar su granulometría estos suelos deben compactarse en capas de 20 cm y espesor no mayores de 40cm.

Para los suelos arenosos que deben tener del 80 al 90% de su compactación y esto se realiza mediante pruebas de laboratorio.

Carta de plasticidad empleando el (LL) ordenadas y (IP) abscisas donde el índice de plasticidad no debe rebasar de 45 cm para ningún tipo de terraplén de ferrocarril, porque la permeabilidad decrece al aumentar (IP), la arcilla (CH) es tan dura pero sólo cuando está seca el cual suele agrietarse por eso no es recomendable utilizarlo como material para terraplén.

En la realidad, la carta de plasticidad usual para la práctica, debería limitarse por  $IP = 45$  y  $LL = 80$  para descartar las resistencias impracticables de las arcillas en seco y la mayoría de los lodos limosos (MH).

### **1.12 Elementos de Geotecnia, para la construcción de terracerías y túneles de vías férreas.**

La geología estudia las rocas de la superficie terrestre cuyas profundidades ocupa las intrusivas o plutónicas, hasta espesores relativamente moderados de la corteza, sin penetrar a la zona, las rocas del magma (enfriadas al salir a la atmósfera por erupciones volcánicas). Las dos clases de rocas ígneas (intrusiva y extrusiva original) se disgregan por erosión, formando residuos y sedimentos compactos y afectados por temperatura y reacciones químicas, dando a los grupos de rocas sedimentarias y metamórficas. Por lo tanto la mecánica de los suelos estudia los materiales disgregados de cualquier origen, con los tamaños desde grava hasta polvo.

Las ígneas intrusivas afloran por la erosión de las capas superiores, o por penetración que dependen cúpulas denominadas batolitos o de intrusiones como diques. la cristalización y estratigrafía son gruesos grandes bloques cuyo grado dependen de la localización en zonas sísmicas, el intemperismo disgrega las rocas formando en ocasiones suelos mal graduado muy erosionables.

Las rocas volcánicas, alternan por capas como son; las lavas, con las tobas o tepetates y otras cenizas, presentando rocas desde estratificadas, hasta aglomeradas. Las rocas sedimentarias en su mayoría se originaron por capas horizontales, pero posteriores hundimientos, quebraduras y volcanes.

En la siguiente tabla observa la clasificación y características de las rocas.

CUADRO ELEMENTAL DE CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS DE LAS ROCAS							
ORIGEN	CLASE	ROCA	QUIMICA K / M3	COLOR	GRANO GRUESO	ERUPTIVAS PIROCLASTICA	FORMACIONES
IGNEAS	INTRUSIVAS (MAGMA) PLUTONICAS	GRANITO DORITA SIENITA GABRO	ACIDA 2700 ACIDA 2850 BASICA 2730 BASICA 2900	GRIS C PLOMIZO LADRILLO GRIS ROJO	FELDESPATO SODA, MICA POTAZA CUARZO SINCUARZO FERROSA	POMEZ VITREOS PERLITA OBSIDIANA AGLOMERADOS	DIQUES Y BATOLITOS
	VOLCANICAS EXTRUSIVAS (LAVAS)	RIOLITA ANDESITA BASALTO	ACIDA 2540 NEUTRA 2650 BASICA 2820	LAD CLA VERDE C GRIS OSCURO NEGRO	FELD. CUARZO MICAS ETC. FERROMAGNESIA GRANO FINO	SUETT COMP, GRAVAS BLOCK, BRECHAS. CENIZAS TEPETATES ESCORIA ARENSICAS	VOLCANES, LAVAS, CENIZAS TEXTURA. AGLOMERADOS ESTRATIFICADOS
	SEDIMENTARIAS	CALCAREAS SILICOSAS EVAPORITAS	CALIZA DOLOMITA PIZARRAS ARENISCA PEDERNAL PIZARRAS YESO TEQUESQUITE BORAX	2640 2770 2620	GRIS CRISTAL, OCRE GRIS ROJO SEGÚN CEMENTANTE AMARILLO OSCURO BLANCO	GRANO GRUESO GRANO FINO GRANO GRUESO GRANO FINO GRANO GRUESO	EROSION RIOS, GRAVA Y ARENAY VIENTO MEDIANOS HIELO PARTICULAS ANGULOSAS
METAMORFICOS	FOLIADOS	GENESIS ESQUISITOS, GRAFITOS	2740 2880	PROCEDENCIA DE GRANITOS DIORITAS Y CONGLOMERADOS	BLOCK CON ESTRIAS DE GRANOS GRUESOS FORMADOS EN BANDAS PARALELAS MICAS- LUSTROSAS, QUEBRADIZAS		
	FO FOLIADOS	POMES LUTITAS CUARZITA, MARMOL	2700	ESPUMA VITREA DE PIZARREA ARCILLOSAS DE ARENSICA	GRIS VERDOSA OSCURA, ROJIZA, LAJEADA MUY DURO		
	CARBONASAS	TURBAS	2750	PROVENIENTE DE CALIZAS	BLANCO, AMARILLO, VERDE CLARO NEGRAS.		

Fig. 1.5 Elementos de Geotecnia, para la construcción de terracerías y túneles de vías férreas.

### 1.13. Granulometría.

La granulometría es la principal que para determinar los diámetros y que son utilizados para las capas de terracerías y son: capas de subrásate, sub-balasto, balasto estas son las principales que componen una terracería para vías férreas a continuación se describen las clasificaciones.

Una de las principales que el mezclado de suelos para tener un buen material por ejemplo cuando un suelo grueso le falta cementante, o un suelo cohesivo carece de suficiente arena y otras partículas granulares basta mezclarlos adecuadamente para obtener una base o una subrásate con máximo valor de soporte esto se requiere de una moto conformadora para mezclarlo.

En la siguiente tabla se muestran 6 suelos (A, B, C, D, E, F,) con diversas granulométricas que producen resultados óptimos los cuales debemos comparar con las granulometría de los suelos, de tal modo debe obtener los porcentajes de mezcla que más se aproximen a la óptima:

METODOS GRAFICOS.						
AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY OFFICIALS						
GRANULOMETRIA DE MEZCLAS DE SUELO - AGRAGADOS						
PORCENTAJE EN PESO QUE PASA POR TAMICES DE ABERTURAS CUADRADAS						
TAMIZ	GRANULOMETRIA A	GRANULOMETRIA B	GRANULOMETRIA C	GRANULOMETRIA D	GRANULOMETRIA E	GRANULOMETRIA F
2"	100	100				
1"		75-95	100	100	100	100
3/8"	36 - 65	40-75	50-85	60-100		
No. 4	25 - 55	30-60	36-65	50-85	55-100	70-100
No. 10	15 - 40	20-45	25-50	40-70	40-100	55-100
No. 40	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50	30-70
No. 200	2-8	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

Fig. 1.6 Tabla de tipos de suelos.

La granulometría para la capa de sobrasate se forma con el mismo material de las terracerías, al cual se le dá un tratamiento especial que los mejora, en algunos casos, agregando antes de compactar algunos materiales que modifiquen favorablemente la granulometría, en otros casos dándole un mayor de compactación que al resto de las terracerías, el espesor de la capa varia de 30 a 50 cms.

La capa de sub – balasto está constituida por materiales procedentes de suelos, depósitos naturales o rocas naturales alteradas, sin ningún tratamiento previo a su utilización la función estructural de esta capa debe impedir la incrustaciones del balasto, al que sirve de apoyo al balasto.

Por lo que en general esta capa debe tener una resistencia a la penetración por lo cual debe tener su compactación y su humedad óptima.

En la siguiente figura. Se observan los símbolos de los suelos y sus relativos soportes.

MATERIAL DE LA CAPA SUBRASANTE		ESPESOR DEL
SIMBOLO DEL SUELO	VALOR RELATIVO DE SOPORTE ESTANDAR MAS FRECUENTE	SUB - BALASTO REQUERIDO.
GW, GP, GM, SW	MAYOR DE 40 %	NO SE REQUIERE
GC, SP, SM, SC	DE 20 A 40 %	NO SE REQUIERE
CL, ML	DE 8 A 20 %	30 CMS.
OL, MH1, CH1	MENOR DE 8 %	40 CMS.

Fig. 1 .7 Granulometria

En estos casos, cuando la plasticidad de los suelos es baja (CL, ML), requerirán un sub -balasto de 30 cms, de espesor, mientras que si son altamente plásticos o son de origen orgánico, requerirán un espesor de balasto mayor. Cuando los suelos no alcancen el VRS mínimo de 5% serán rechazados.

El balasto es el principal elemento que para soportar el esfuerzo de los rieles el tamaño de la granulometría debe ser 2 hasta 7.5 cms. y aunque no debe pasar de 4 a 5 cms, esto es para que se pueda manejar más fácilmente para nivelar el



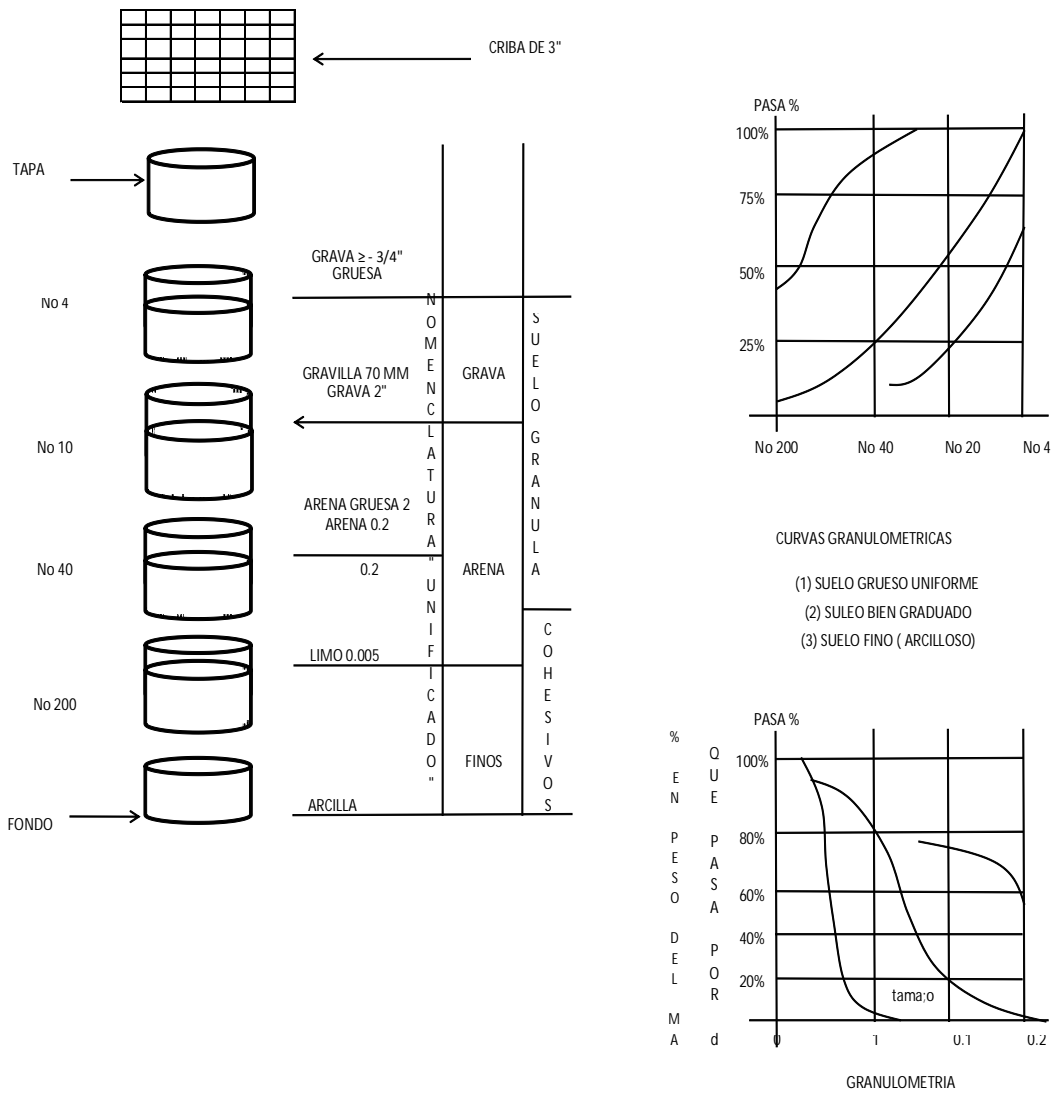


Fig. 1.8 Granulometria

## CAPÍTULO 2

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE UN CAMINO

En el presente capítulo se estudiara lo correspondiente a las características de las vías terrestres principalmente en vías férreas y los diferentes tipos de locomotoras en la actualidad.

#### 2.1 Tipos de vías.

Principalmente se puede clasificar los tipos de vías, para efectos de determinar su prelación y estas se clasifican así:

##### 1. Dentro del perímetro urbano:

Vía de metro o metro vía, Vía troncal, Férreas, Autopistas, Arterias, Principales, Secundarias, Colectoras, Ordinarias, Locales, Privadas, Ciclo rutas y Peatonales etc.

##### 2. En las zonas rurales.

Férreas, Autopistas, Carreteras Principales, Carreteras Secundarias, carreteables, Privadas y Peatonales.

La presencia de peatones en las vías y zonas para ellos diseñadas, les otorgarán prelación, excepto sobre vías férreas, autopistas y vías arterias. La autoridad de tránsito competente, por medio de resolución motivada señalará las categorías correspondientes a las vías urbanas, cualquiera que sea su denominación. En cualquier caso, las autoridades de tránsito podrán incorporar

nuevas categorías y homologar su prioridad con cualquiera de las existentes. La prelación entre las vías en zonas rurales será determinada por la autoridad de tránsito competente.

Las autoridades de tránsito deberán consultar con las comunidades el uso de las vías cuando no se trate de vías arterias o autopistas, principales y secundarias, para la definición de las rutas de transporte público. Si las juntas administradoras votan negativamente un tramo de una ruta, ésta no se podrá autorizar. En todo caso, las vías principales y secundarias que se autoricen para rutas de transporte público requieren concepto técnico de la autoridad competente de que son aptas para resistir el tránsito de rutas de transporte público. Se prohíbe el tránsito de vehículos de alto tonelaje por las vías de sitios que estén declarados o se declaren como monumentos de conservación histórica.

## **2.2. Curvas Circulares.**

La cuerda o el arco de 20 metros, son la base del cálculo y trazado de las curvas según unidades métricas, donde los ángulos se miden en grados y minutos, un gran círculo, dividido en 360 grados, define arcos o cuerdas de longitud variable con el radio del círculo.

Cuando el arco mide 20 metros entonces el perímetro del círculo medirá  $360 \times 20 = 7200$  mts o  $360 \times 100 = 36000$  pies. Y el cálculo del radio es el siguiente.  $P = 2 \times 3.1416 \times R$  por lo tanto  $R = P / 3.1416$ ,  $R = 7200 \text{ mts} / 2 \times 3.1416 = 1145.2 \text{ M}$ ;  $R = 36000' / 6.2832 = 5730'$

Grado de curva es el Angulo en el centro de la curva que subtiende un arco de 20 metros, resultando inversamente proporcional al radio, el radio de la curva de 1 grado se calcula el radio  $R_n = \text{radio } G1^\circ / n$   $R = 1145.2 \text{ mts} / n$ .

Las curvas precisan trazarse desde puntos situados sobre la misma curva, donde todo Angulo visado entre los 2 puntos extremos de cualquier cuerda, es igual a la mitad del Angulo que subtiende a esa cuerda, visto desde el centro de la curva, la curva de radio R, liga 2 rectas tangentes en PC (principio de curva) y el PT (principia tangente); la deflexión total es la diferencia de rumbos entre las 2 rectas, igual a la delta. Dentro de un criterio general, se considera recomendable que la vía férrea para cualquier proyecto, use el mayor porcentaje posible de líneas rectas ligadas con curvas de mayor radio; que las pendientes sean lo menor posible y aplicables en tramos de gran longitud que al subir o al bajar intermedio, deba limitarse a lo indispensable entre 2 puntos cualesquiera que sea el desnivel entre las terminales.

La velocidad, es el resultado del esfuerzo de tracción que resulte factible a la locomotora y la posibilidad de aprovechar parcialmente la gravedad para acelerar, se debe especificar la velocidad máxima admisible para el equipo, la vía y el costo de servicio para poder realizar el diagrama distancia velocidad y proyectar una curvatura admisible por las velocidades del diseño en la siguiente figura podemos observar todo el procedimiento que se debe hacer para el cálculo de la curva.

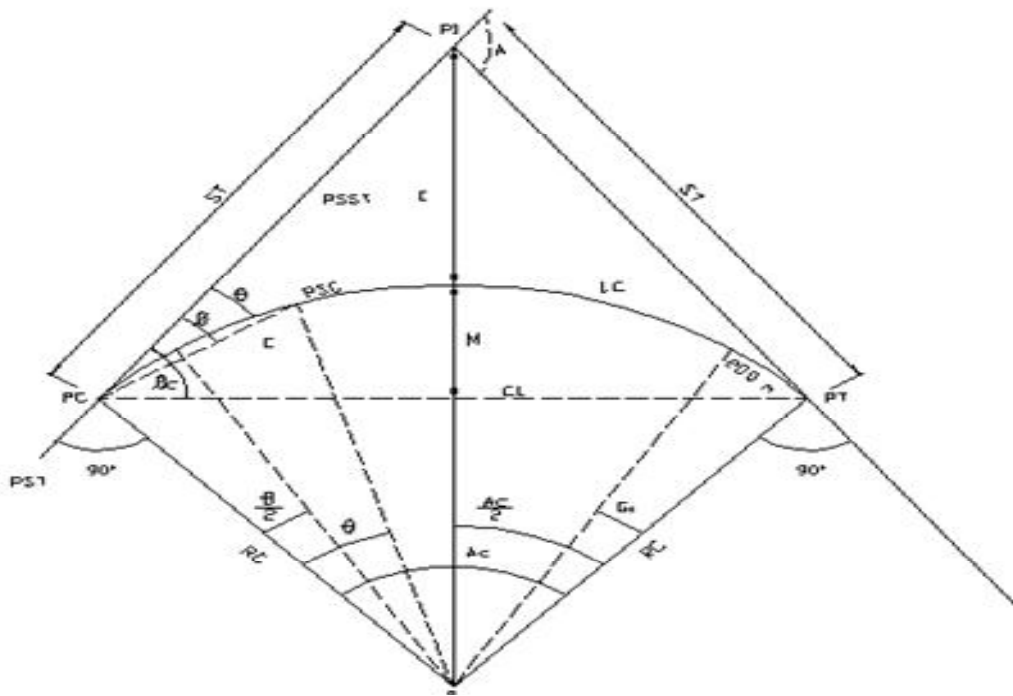


Fig. 2.1 Curvas Circulares

Se deduce:  $ST = R \operatorname{Tg} \Delta / 2$  ;  $10 / (\operatorname{Sen} G / 2) = ST \operatorname{cotg} \Delta / 2$

Cuerda =  $2 R \operatorname{Sen} \Delta / 2$  ;  $R = ST \operatorname{cotg} \Delta / 2$

Externa  $E = R \operatorname{ex} \sec \Delta / 2$

Ordenada media ( flecha)  $M = R \operatorname{sen} \operatorname{vers.} \Delta / 2$

Asi como longitud de la curva  $L = \Delta / G \times 20 \text{ mts.}$

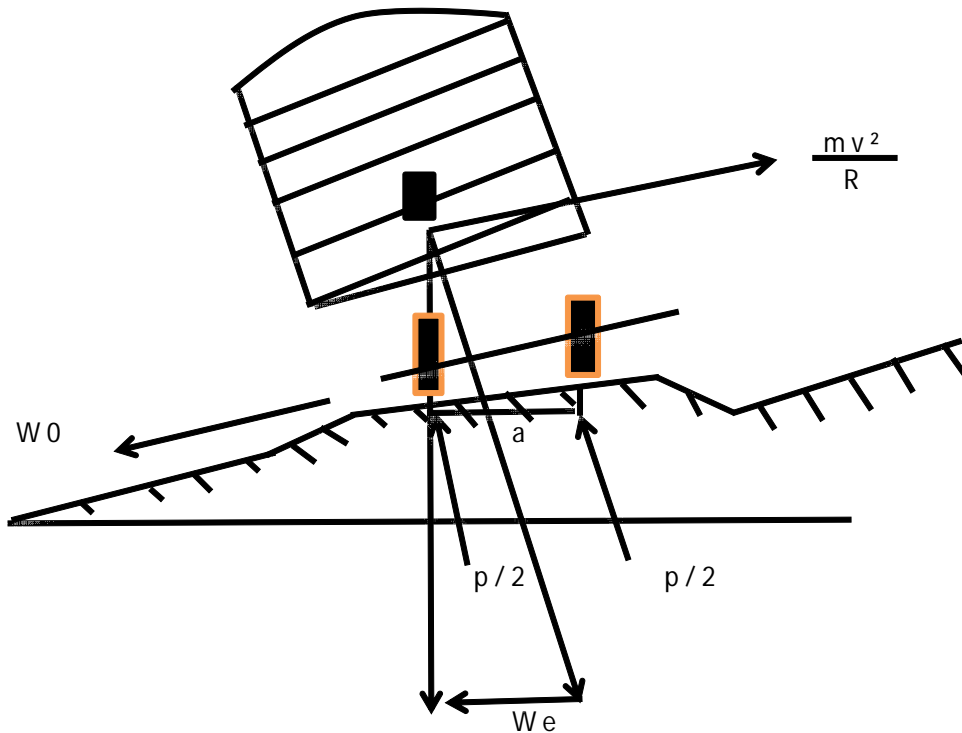
El trazo de la curva demanda medir el delta con un tránsito colocado en el PI, calculando la tangente correspondiente al radio R y trazar la mitad de la curva a partir del PC y la otra mitad del PT mediante deflexiones sucesivas al visar los extremos de las cuerda que utilizemos para espaciar los puntos o estacas que marcan la curva en el terreno.

### 2.3 Sobre – elevación de las curvas.

Una curva circular de radio  $R$ , es recorrida por un tren de peso  $W$  (cuyo centro de gravedad se localiza a 1.70 mts. Sobre el riel), a cierta velocidad  $V$ , tal que produce una fuerza centrífuga inversamente proporcional la radio de la curva y prop. Al cuadrado de la velocidad tangencial  $MV^2 / R$ .

Esa fuerza centrífuga transversal, provoca mayor presión sobre el riel exterior , lo cual demanda sobre elevarlo para crear otra componente horizontal =  $W_e$  transversal del peso  $W$  que equilibre a la centrífuga y produzca reacciones iguales en ambos rieles, se comprende que la igualdad ocurre solo para una velocidad llamada equilibrio lo cual sucede ocasionalmente en la práctica, donde los trenes rápidos exceden de la  $V$  equilibrio, y presionan el riel exterior hasta el exterior más que el interior, al tanto los trenes con (  $V$  menor que la  $V$  eq. ) producen mayor presión sobre el riel interior desgastándolo y volteándolo tras de arrancar los clavos o tirafondos.

La sobre elevación de riel, es auxiliada por cierta fricción tolerable de las cejas de las ruedas con el interior lateral del hongo en uno u otro riel, según se trate de un tren lento o rápido, la fricción lateral se suma algebraicamente a los componentes del plano inclinado (sobre elevación), para equilibrar la fuerza real (mayor o menor) centrífuga producida por un tren dentro del amplio margen de velocidades alrededor de la velocidad de equilibrio.



$$E \text{ (cm)} = V^2 G / 1000 \text{ (SISTEMA. METRICO)}$$

(V) en K / HORA

$$\text{Vía ancha 1.435 m} \quad e'' = 0.0007 V^2 G \text{ (SIST. INGLES)}$$

Fig. 2.2 Sobre – elevación de las curvas.

El tramo de transición en general una sobre elevación ( $e = K v^2 G$ ) y esa magnitud es requerida a partir del PC, donde se inicia la curva de radio R, hasta su término en el PT, resultando indispensable tener que pasar a través de transiciones en los extremos de la curva, desde la sección transversal a nivel (que corresponde a la tangente), hasta la sobre elevación a que corresponda la curva; lo cual demandaría teóricamente, tener que partir desde un radio infinito y realizar una curva clotoide de muy difícil trazado.

Remates para sobre elevación cuando se emplean curvas suaves en las vías de tráfico moderado en sus velocidades (sin exceder 110 k/hora) es frecuente usar curvas simples para grados entre 0°30´ y 1°30´; o sea radios mayores de 700 metros. El remate se mide a partir de los (PC) y (PT), (extremos de la curva) y su longitud (en metros). En las siguientes tablas se observan las velocidades para los cálculos sobre – elevación para los trenes.fig 62

SOBREELEVACION 4" 10 CM			
GRADO (METRICO)	VELOCIDAD DE EQUILIBRIO	VELOC. "CONFORT" (AREA)	FORMULA V2G/1713
1	100 K./ H	132 K/H	130 K/H
2	72	94	95
3	57	76	78
4	50	66	66
6	42	54	54
8	36	47	46
10	32	42	42
12	27	38	39

Tabla 2.3 sobre - elevacion

## 2.4 Curvas de espirales.

La curva de transición debe tener una longitud proporcional a la velocidad del tren y al grado de curva, o a su función "e", las primeras formulas empíricas para calcular la longitud de la espiral fueron del tipo:  $l = C \times e \times v$ , usándose  $c = 2/3$  para unidades inglesas (pies, pulgadas y millas por hora) que producen satisfactorios resultados para las velocidades reducidas de antaño.



Gradualmente se ha definido (experimentalmente) “e” limite = 6” (15 cm), para las vías americanas y 8” (20 cm) en vías europeas; habiéndose observado que la variación de elevación del riel exterior, no debe excederse de 1 ¼” = 3 cm, de altura por segundo, para los trenes mas rápidos de la actualidad es (140 kph) y adoptar hasta 5 cm/seg. Para nuestros trenes cuya velocidad máxima es de 110 K /h. y donde la sobre elevación más frecuente es de 10 centímetros. El Ing. Quiroga de México, ha tabulado curvas espirales variando 3 centímetros por segundo. Más adelante es aplicable el mantenimiento de la vía en explotación, de modo que cuando que para iniciar la construcción, basta el uso de las tablas anexas de espirales, donde se recomienda la variación.

TABLA CONDENSADA DE VALORES TABULADOS															
GRADO	VELOCIDADES														
	40 KPH			60			80			100			120		
0° 30				10	0° 15	18	20	0° 10	32	40	0° 05	49	80	0° 03	84
1° 00	10 M	0° 30	16	20	0° 15	35	50	0° 10	63	90	0° 06	98	150	0° 03	154
1° 30	10 M	0° 45	24	30	0° 20	53	80	0° 10	95	140	0° 06	163			
2° 00	10 M	1° 00	32	40	0° 22	71	90	0° 12	126						
2° 30	10 M	1° 15	39	50	0° 24	89	110	0° 12	157						
3° 00	20 M	1° 00	47	70	0° 25	106	140	0° 12	184						
4° 00	20 M	1° 20	63	90	0° 22	142									
5° 00	30 M	1° 15	79	110	0° 24	177									
6° 00	30 M	1° 30	95												
7° 00	40 M	1° 24	110												
8° 00	50 M	1° 30	126												

TABULADA CON VARIACION DE 3 CENTIMETROS POR SEGUNDO

Tabla 2.4 Curvas espirales.

La primer cifra para cada velocidad representa longitud espiral; la segunda la ley de variación de grado por cada 10 metros de cuerda; la tercera cifra, es la sobre – elevación e en milímetros.

#### **2.4.1. Curvas espirales prácticas simplificadas.**

Se catalogan por su ley de variación del grado de la curva que se aplica a los diversos segmentos de arcos desde el contiguo a la tangente hasta ligar con la curva simple. Vgr. Espiral ( $v = 1^\circ \times 10 \text{ m.}$ ) es la ley aplicada a una curva simple de  $G = 4^\circ$ , nos produciría una espiral con 3 segmentos de arco de 10 metros cada uno, cuyo grado de curvaturas, serian sucesivamente:  $1^\circ - 2^\circ$  y  $3^\circ$  o sea con una longitud de espiral  $(G/v - 1) 10 = 30$  metros.

Por ejemplo, el tramo de curva de enlace (con grado  $1^\circ$ ) reflexiona  $0^\circ 15'$  en 10 metros y el segundo sector de curva ( $G = 2^\circ$ ), tiene una deflexión local de  $0^\circ 30'$ ; pero si la acumulamos respecto al rumbo de la tangente del trazo, tendremos que calcular las proyecciones “x – y” del polígono de lados iguales de 10 metros. Para sumarlas y obtener las x – y de cada vértice.  $Tgb = Y2 / X2$ .

#### **2.4.2. Diversas espirales a las curvas simples.**

Las espirales pueden proyectarse simétricas para resolver problemas de tráfico con velocidad uniforme o simétricas, ya sea para acomodar la línea al problema topografía local, o para adaptarse a la velocidad variable tal como acontece a todo tren a salir o llegar a una estación localizada en el extremo de una curva.

La TST (dist, del PC al PI) para espirales simétricas es:  $TST = T +$

$Dtg z/2.$

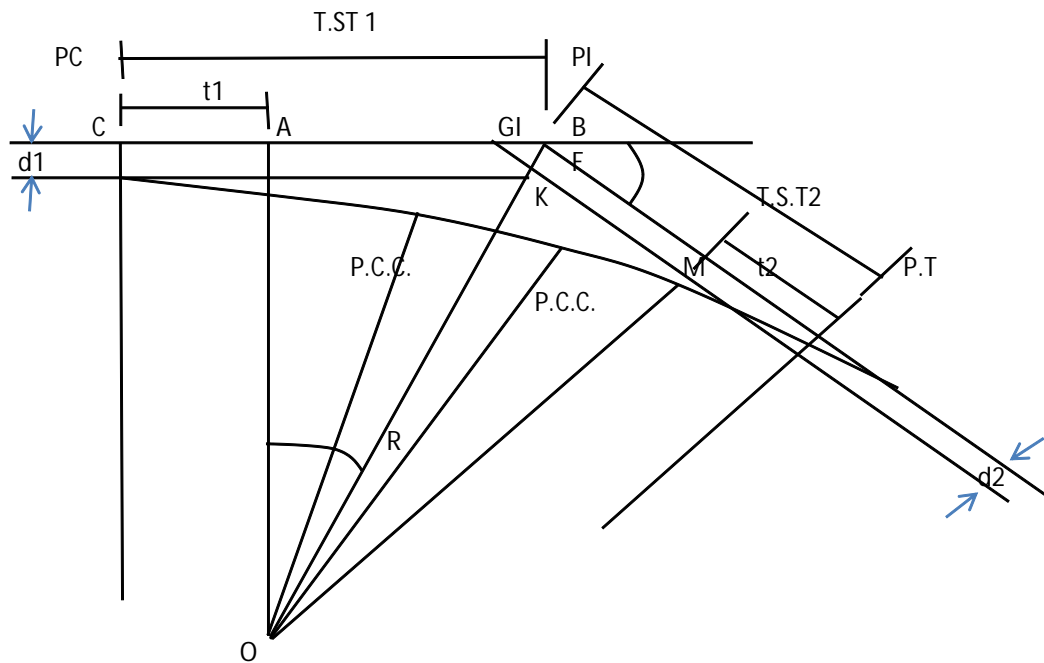


Fig. 2.5 Diversas espirales a las curvas simples.

**CASO GENERAL: CURVA SIMPLE CON ESPIRALES ASIMÉTRICAS**

$$T.S.T.1 = CA + AB - 1B; T1 + D1 \tan \frac{1}{2} \Sigma - (d1 - d2) \csc \Sigma \dots Ec 1$$

$$T.S.T.2 = TH + HF + F1; T1 + D1 \tan \frac{1}{2} \Sigma - (d1 - d2) \csc \Sigma \dots ec 2$$

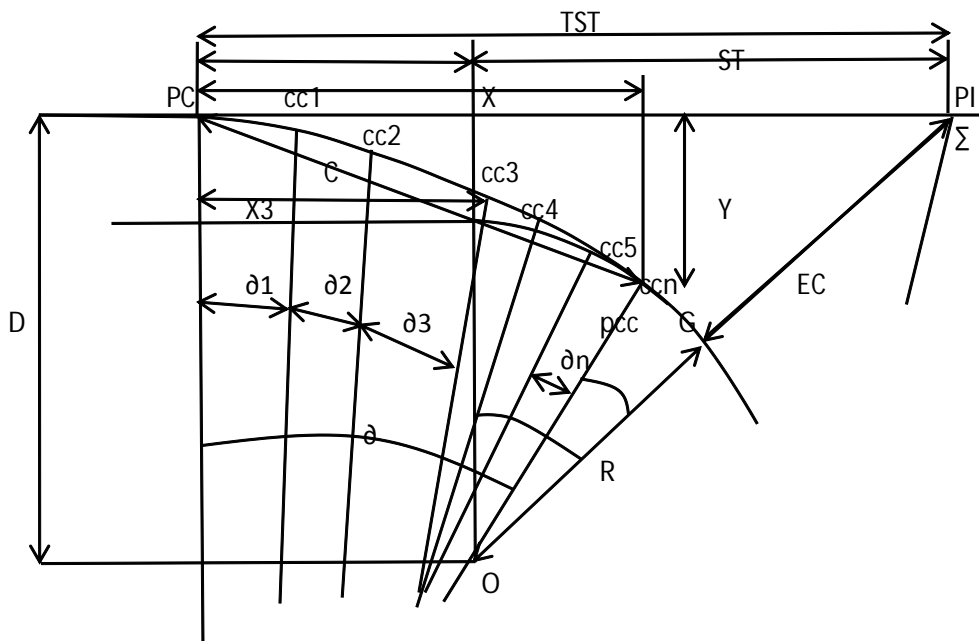
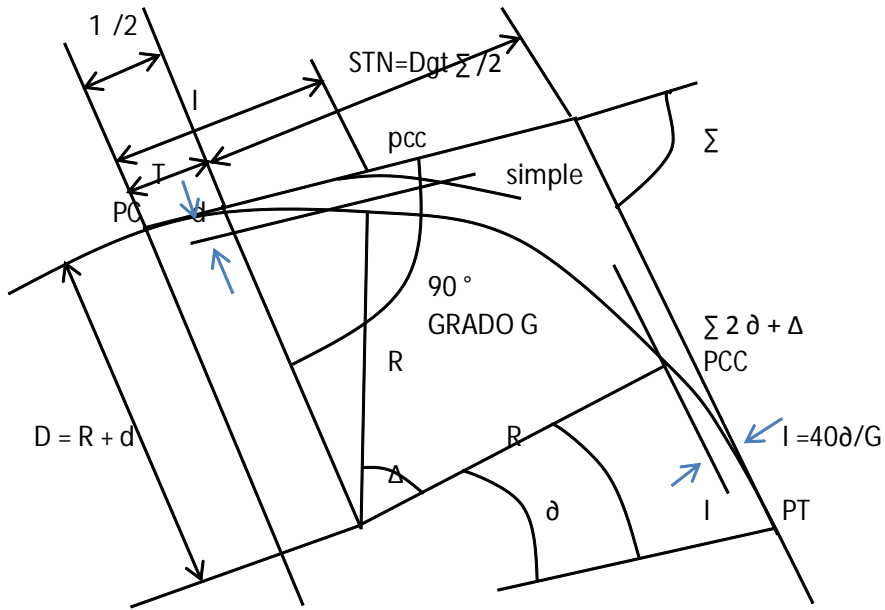


Fig. 2.6 Diversas espirales a las curvas simples.

Nomenclatura la tabla de curvas de espirales.

Principio de curva (P. C)	Punto de curvas circulares (P.C.C)
Subtangente (S.T)	Curvas compuestas en espiral (C.C)
Principio de tangente (P.T)	Tangente de la espiral (T)
Punto de intersección (P.I)	Tangente mas subtangente (T.S.T).
Angulo de deflexión ( $\Sigma$ )	Angulo central de la curva circular ( $\Delta$ )
D – R (d)	Grado de la curva circular (C)

### **2.4.3. Curvas compuestas con espirales.**

Formulario usado por Fcs. N. de M y SC. Los casos más frecuentes de curvas compuestas, son las de radios bastante discrepantes entre sí, de tal modo que demandan una Espiral Intermedia y a la vez requieren Espirales de Entrada y Salida. El caso de curva simple con Espiral en un solo lado, es frecuente para velocidades variables y puede aplicarse como base de cálculo parcial, para el caso de 2 curvas compuestas simples (sin espiral intermedia) pero con Espirales en los Extremos.

### **2.5 Velocidades límites.**

De la formula teórica de la sobre elevación, se deduce que la velocidad máxima admisible depende del peralte y del radio de curvatura  $V^2/R = Kh$ ;  $v = \sqrt{R \times h}$ . ahora bien el peralte máximo esta fijo por la condición de voltea miento, cuando algún carro o la locomotora misma, este estacionado en la curva y se

considera como el 10 % del escantillón. En nuestras vías de;  $e = 1.435$  m. sería de  $14.35 = 15$  cm y mejor aun poner 10 cms. como máximo, por lo que si  $h$  es una constante se tiene:  $v = k \sqrt{R}$  incluyendo  $k$  a la raíz  $\sqrt{h}$ .

El valor de  $k = 4$  se ha tomado experimental así que:  $v = 4 \sqrt{R}$ , para una sobre elevación de la  $h = 150$  mm. Quedando  $R$  en metros y  $v$  en km / hora.

Límites de velocidad en zonas urbanas público. En vías urbanas y carreteras municipales. En las vías urbanas las velocidades máximas y mínimas para vehículos de servicio público o particular será determinada y debidamente señalizada por la autoridad de Tránsito competente en el distrito o municipio respectivo. En ningún caso podrá sobrepasar los 80 kilómetros por hora. El límite de velocidad para los vehículos de servicio público, de carga y de transporte escolar, será de sesenta (60) kilómetros por hora. La velocidad en zonas escolares y en zonas residenciales será hasta de treinta (30) kilómetros por hora”.

Límites de velocidad en carreteras nacionales y departamentales. En las carreteras nacionales y departamentales las velocidades autorizadas para vehículos públicos o privados, serán determinadas por el Ministerio de Transporte o la Gobernación, según sea el caso teniendo en cuenta las especificaciones de la vía. En ningún caso podrá sobrepasar los 120 kilómetros por hora.

Para el servicio público, de carga y de transporte escolar el límite de velocidad en ningún caso podrá exceder los ochenta (80) kilómetros por hora. Será obligación de las autoridades mencionadas, la debida señalización de estas restricciones.

La entidad encargada de fijar la velocidad máxima y mínima, en las zonas urbanas de que trata el artículo 106 y en las carreteras nacionales y

departamentales de que trata este artículo, debe establecer los límites de velocidad de forma sectorizada, razonable, apropiada y coherente con el tráfico vehicular, las condiciones del medio ambiente, la infraestructura vial, el estado de las vías, visibilidad, las especificaciones de la vía, su velocidad de diseño, las características de operación de la vía”.

Separación entre vehículos. La separación entre dos (2) vehículos que circulen uno tras de otro en el mismo carril de una c alzada, será de acuerdo con la velocidad.

Para velocidades de hasta treinta (30) kilómetros por hora, diez (10) metros.

Para velocidades entre treinta (30) y sesenta (60) kilómetros por hora, veinte (20) metros.

Para velocidades entre sesenta (60) y ochenta (80) kilómetros por hora, veinticinco (25) metros.

Para velocidades de ochenta (80) kilómetros en adelante, treinta (30) metros o la que la autoridad competente indique.

En todos los casos, el conductor deberá atender al estado del suelo, humedad, visibilidad, peso del vehículo y otras condiciones que puedan alterar la capacidad de frenado de éste, manteniendo una distancia prudente con el vehículo que antecede.

## **2.6 Ampliación del escantillón.**

Depende del radio de la curva y de la máxima base rígida de los vehículos, por ejemplo la locomotora TR. 3 tiene una base rígida de 19' 7" que en metros es de 5.96 m. como puede verse, a pesar de la conicidad de las llantas, si nos diera una aplicación, no podría la base inscribirse en la curva, lo cual a grandes velocidades es peligroso y produce además un desgaste tremendo de llantas y rieles.

La ampliación se hace a base de formulas experimentales:

$S = 6 / R - 0.012$  que da una ampliación  $s = 0$  para  $R = 500$  m. otra que se emplea es:  $s = (1000 - R)^2 / 2700$  queda  $s = 0$  para  $R = 1000$ m. Hay que considerar que  $S$  no debe pasar de 20 milímetros, para evitar accidentes, en general conviene hacer ampliación para radios menores de 500m. Por lo tanto  $R$  mínimo = 190 m. La ampliación deberá hacerse a razón de 1 mm, por cada metro de desarrollo de la curva y a partir de su origen y en el carril interior.

## **2.7 Elementos de drenaje.**

Es una de las principales que debe tener un camino porque es para proteger la obra a continuación se describe un poco de los elementos que interfieren en este concepto.



### **2.7.1 Drenaje.**

Las alcantarillas y los puentes, resuelven el paso debajo de las vías, de las aguas superficiales de los arroyos y ríos cruzados por la vía férrea. Las aguas pluviales (sobre el derecho de vía) tanto en la línea como en patios o terminales, requieren a su vez, canales, cunetas, y contra cunetas, para drenar las vías y finalmente, las aguas subterráneas, con frecuencia precisan drenarse para evitar la pérdida de la capacidad de carga de las vías.

Las aguas freáticas se las encuentra principalmente al excavar cortes en los lomeríos y montañas para instalar las terracerías del ferrocarril; el nivel freático original, quedara abatido hasta la elevación de la proyectada rasante, donde las cunetas permitirán la salida superficial del agua subterránea aflorando lo cual podría reducir el valor de soporte del suelo del corte y deslavarlo, en especial al tratarse de suelos cohesivos.

Por ellos los cortes que interceptan aguas subterráneas, deben disponer de subdrenes que abatan más el nivel freático, más abajo que el efecto de ascenso (por capilaridad) característico de cada suelo. A lo largo de las vías también en los terraplenes) el subdren se hace necesario a causa de las bolsas de balasto que se rellenan de agua y ocasionan vía inestable, precisando drenar o inyectar lechada de mortero de cemento, o ambos sistemas.



Fig. 2.7. Drenaje

En la figura anterior se observa que se requiere de una obra de drenaje para resolver las aguas de canales o de ríos por debajo de la vía principal.

### **2.7.2 Cunetas para ferrocarriles.**

Las pendientes varían entre 1 y 3 % de modo que las cunetas triangulares de 30 cm, de profundidad por un metro de ancho, solo admiten velocidades entre 1 y 1.5 mts /seg., (dependiendo de la rugosidad). El balasto se ensucia frecuentemente a causa de la cuneta llena y obstruida por los deslaves del talud de los cortes.

Es recomendable construir cunetas o canales semicubiertos de mampostería o concreto (con cubeta drenada para protección del balasto) en las vías de montaña en tanto que en los tramos de suelo arcilloso de las planicies, es recomendable usar perfiladora Jordán para mantener la sección tersa y limpia de las cunetas, ya sea un suelo natural o con un suelo con cemento.

### **2.7.3 Alcantarillas.**

Tubos y bóvedas losas y caños cubiertos (con claros individuales hasta el máximo de 6 metros) constituyen los pequeños pasos de agua denominados alcantarillado. Mampostería, concreto (ciclópeo, simple o reforzado), tubos rígidos o flexibles, laminas Multiplate, rieles empatinados de recobro, etc.

En general debe adoptarse una localización en planta, adecuada para evitar el azolve o la socavación o desviación del cruce. Se debe procurar tener fuertes pendientes que produzcan velocidades. Las alcantarillas fallan generalmente por socavación, lo cual demanda zapeados y dentellones o cimentación profunda, otra de las fallas principalmente es por azolve y arrastre de arbustos, en las difíciles zonas donde cambian las pendientes de lomerío a la planicie.



Fig. 2.8 Alcantarillas

Se observa en esta figura la línea de tubos que se ocupa para desaguar de una lado a otro el agua para no dañar el terraplen.

#### **2.7.4 Drenaje superficial.**

Se realizan mediante cunetas, canales y contra cunetas para encauzar las aguas hacia las alcantarillas correspondientes, además de las obras necesarias para cruzar los arroyos y ríos. Se designan como alcantarilla, a las obras de arte menores (con claros entre 60 cm y 6 metros), según los siguientes tipos; tubos circulares rígidos, concreto y flexibles, laminas corrugadas “arco” tubos; abovebados, rebajados y elípticos, (generalmente de laminas atornillables “multiplate”) así como caños cubiertos de rieles o durmientes o losas de concreto y bóvedas de mampostería.

Los grandes puentes, con su gran diversidad de tipos, requieren estudios especiales por separado y solo pueden emplearse nomas elementales y costos

unitarios aproximados para presupuestos globales en las alternativas de trazo, donde la magnitud del cruce seleccionado por ingenieros especialistas en puentes, puede llegar a representar un punto obligado de primer importancia es la localización.

### **2.7.5 Colectores.**

Están contruidos con tubos de cemento de un diámetro adecuado al gasto por evacuar, pero no menor de 20 cm, usualmente es de 30cm, si el terreno que atraviesa el colector es firme el tubo estará colocado directamente sobre la excavación, de lo contrario si el terreno es poco o nada firme se hará necesario el uso de una base de concreto o de concreto de armado según sea el caso. Sus juntas van guarnecidas con mortero de cemento, la pendiente usual es de 2mm por metro.

## **2.8. Elementos que forman una vía férrea.**

En este subtema se hablara de que como se conforma un pavimento y cuáles son sus componentes y como se clasifican.

### **2.8.1 Plataformas.**

Es la parte de la infraestructura de una vía que forma el terreno nivelado este por medio de rellenos o cortes según el caso que se ocupe ya se relleno o corte, para esto no tener pendientes elevadas, ni curvas pronunciadas con el objeto de presentar menor resistencia al momento, otro de los objetivos es que debe ser resistente al recibir los esfuerzos debidos a las cargas fijas y móviles

transmitidos por el balasto, la razón al construir más importante de la plataforma es proporcionar las mejores condiciones de resistencia y flexibilidad.

Una de las principales funciones debe estar bien diseñada para asegurar correctamente el escurrimiento de las aguas pluviales porque es una de las causas que se deterioran las plataformas, cual el terreno es de buena calidad basta de darle a la plataforma una doble pendiente del 3%. En tramos rectos el vértice del bombeo corresponde generalmente al eje de la plataforma.

Si la plataforma sufre deformaciones permanentes se aconseja colocar una capa de balasto de mayor espesor, con el objeto de repartir mas uniformemente las cargas, con el objeto de repartir más uniformemente las cargas, el empleo de una capa de balasto de mayor espesor resulta al postre más económico, ya que la rehabilitación resulta más costosa.

En plataformas donde tienen mayor arcilla y donde el balasto es insuficiente es de imperiosa necesidad conservar la arcilla seca, pues de esta manera tiene una resistencia media a la compresión y no ofrece cohesión alguna, acabando por aplastarse y fluir por el balasto, hasta el punto de que los durmientes pierdan su calzado y reposen sobre la arcilla, al pasar los trenes en estas condiciones el durmiente sufren ondulamientos peligrosos que pueden llegar a romperse en firma súbita. La arcilla humada también ayuda al no haber suficiente fricción o corrimientos longitudinales y transversales de la vía.

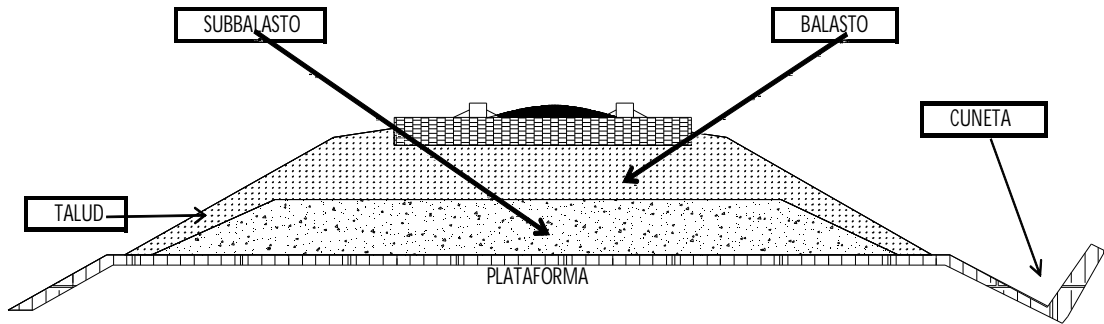


Fig. 2.9 Plataformas

Características principales que componen las terracerías en una plataforma para un camino.

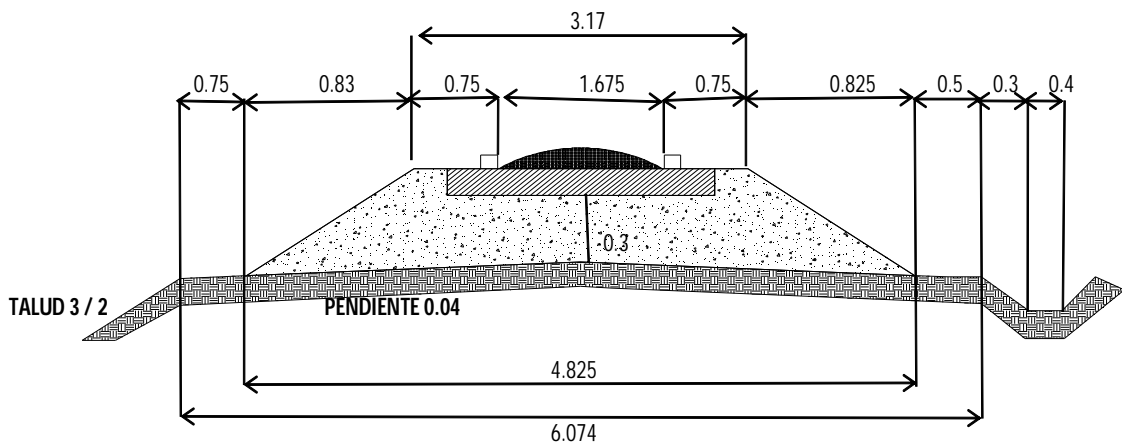


Fig. 2.10 Plataformas

Plataforma para doble vía (ancho de la vía 1.674 mts.).

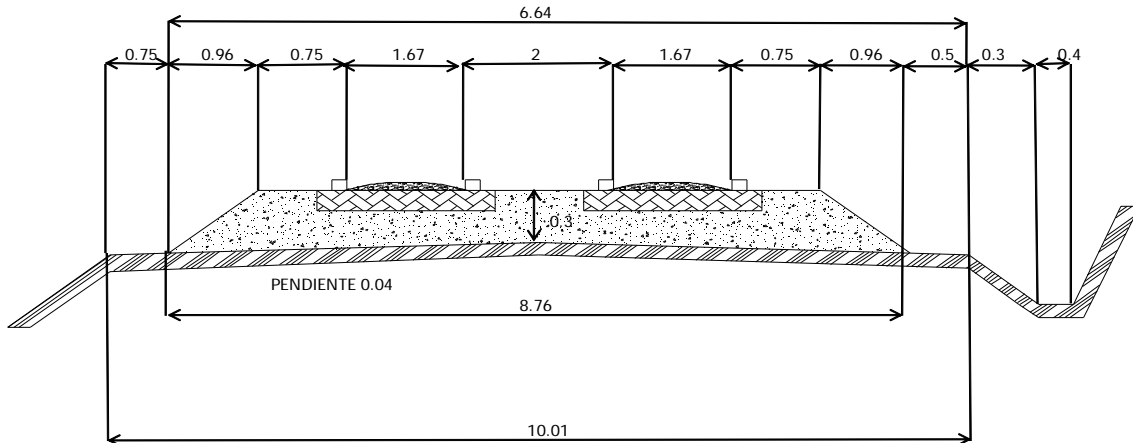


Fig. 2.11 Plataformas

Plataforma para tracción eléctrica.

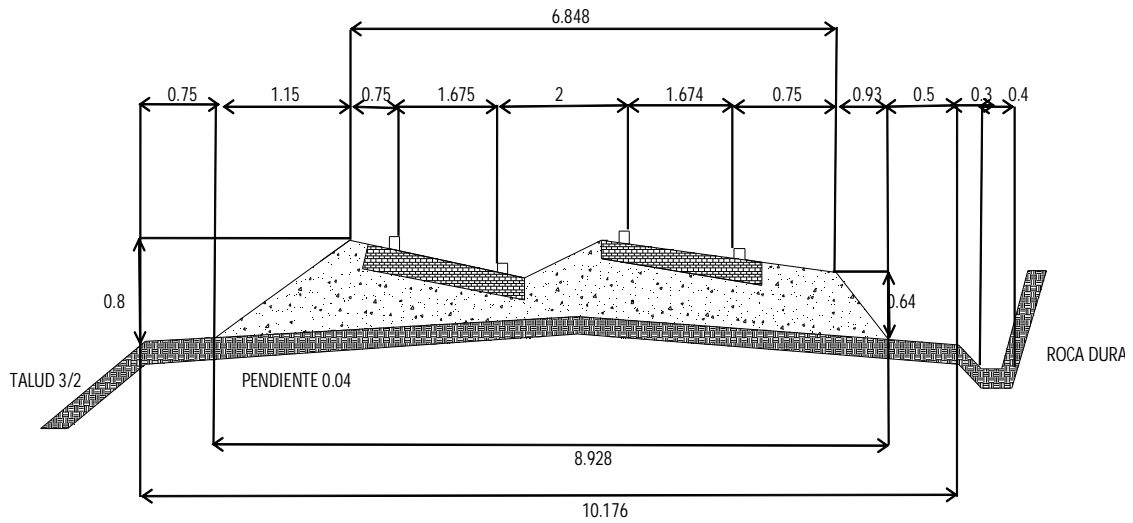


Fig. 2.12 Plataformas

### 2.8.2 Capa subyacente.

Es la capa como si fuera la terracería que el material se mejora el existente con material de banco para que tenga las especificaciones adecuadas y que



pasen con las pruebas de laboratorio al ser muestreados y también a los estudios en campo.

### **2.8.3 Capa sub – balasto.**

La capa de sub-balasto para emplear esta capa se debe extraer material de banco y con una granulometría que laboratorio tiene que estudiar para que se puedan explotar los bancos que se puedan utilizar en la formación de la capa de sub-balasto estas capas deben quedar lo más resistente para que sostengan las cargas de los siguientes materiales.

### **2.8.4 Capa balasto.**

El balasto es un material para la construcción de la vía que desempeña las siguientes funciones.

Tratar de repartir de una forma uniforme las presiones transmitidas por los durmientes a la plataforma; estas presiones son productos de las cargas rolantes y del mismo pero de los materiales que constituyen la vía.

Resistir la tendencia de la vía al desplazamiento causada por los esfuerzos transversales, agarrando los durmientes y por consiguiente la vía.

Proteger a las plataformas y a los durmientes contra la humedad, puesto que las cualidades permeables aseguran una rápida evacuación del agua pluvial y por otro lado la evaporación de aguas que por capilaridad suelen a la superficie de la plataforma.

La capa superior tiene como función de repartir un buen calzado de los durmientes por lo que debe ser material duro y en la capa inferior su función debe ser lo más uniformemente las presiones recibidas de la plataforma, el drenaje de las aguas y evitar el flujo ascendente de arcilla que pudiera ocurrir. Deberá estar construida por materiales finos.

### **2.8.5 Durmientes.**

Los durmientes son los principales que realizan la función para soportar el riel, la mayor parte de los durmientes que se emplean en los ferrocarriles son de madera. Se han realizado pruebas con otros tipos de durmientes como son de concreto o de metal, habiendo tenido un éxito diferente al durmiente de madera.

### **2.8.6 Riel.**

El riel cuya principal función es guiar y sostener el equipo de transportación ha venido variando la longitud de acuerdo a los estudios e investigaciones, se han logrado tramos de 800 mts, por medio de soldadura de aluminio térmica ejecutada por la vía.

### **2.8.7 Ancho de vía.**

En la construcción de la vía, el ancho normal de la misma debe conservarse en el tendido de tramos rectos, en las curvas debe aumentar el sobre ancho necesario, los rieles deben tener una cierta inclinación con respecto a la vertical, la colocación vertical, según la experiencia ocasiona un desgaste oblicuo en el hongo de riel, aplastamiento en la zona interior de la cabeza del riel y un desgaste

anormal de la llanta de la rueda. Los rieles por la razón antes vista tienden a tener un par de volteo que presente el empuje de los tirafondos, y durmientes, este efecto es aun más grave en las curvas.

Se tiene que dar una cierta tolerancia al ancho normal de la vía, puesto en la práctica no puede ser constante, surgen sobre anchos, que provienen de desgaste del riel en su parte interior, torceduras de los tirafondos, o deslizamientos de durmientes; los estrechamientos de la vía suelen efectuarse por una inclinación anormal del riel o a la conicidad de las llantas de las ruedas.

La tolerancia para el ancho de la vía, se mide en un plano inferior en 10mm. Al plano de rodadura, las tolerancias admitidas en línea recta son de 3mm a 6m; en curvas suelen ser de 5mm a 10mm: en aparatos de vía son reducidos de 2 mm a 4mm.

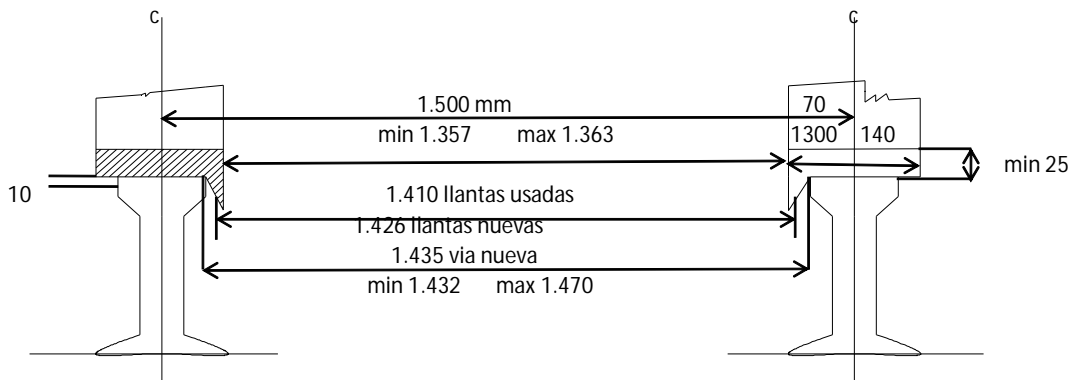


Fig. 2.13 ancho de vía.

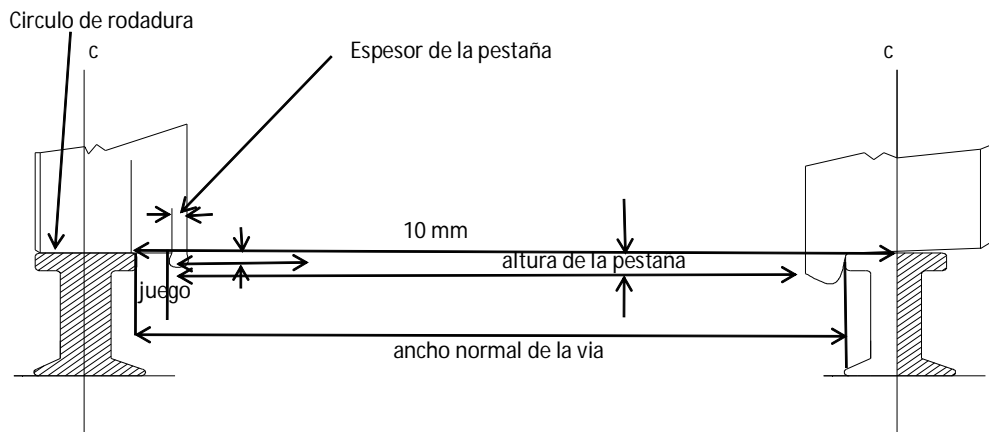


Fig. 2.14 Ancho de vía.

## 2.9 Locomotoras.

Países y regiones donde la mano de obra local es barata y la tecnología es incipiente, precisan talleres de reparación sencillos y a ello también invita a usar máquinas sencillas como la de vapor, donde el periodo de utilización que debe finalizar cuando toda la región se encuentre toda desarrollada a su producción máxima y con tecnología elevada donde debe realizarse con costosa mano de obra altamente especializada, lo cual conducirá a una situación económica que demanda ahorrar costo de operación, usando locomotoras más eficientes en tamaños, productividad y los más bajos costos de mantenimiento, a pesar de su mayor precio de adquisición.

Elegir un tipo de locomotora, es un complejo problema, que afecta hasta relaciones de intercambio, al elegirse entre importar máquinas extranjeras y parte de sus respuestas, versus – fabricar en la localidad máquinas cuyo costo,

dependerá del tamaño de la fabrica y la demanda anual, así como la amortización de esas fabricas, lo que obligaría además, a dejar de usar en el país, los continuos y frecuentes adelantados tecnológicos realizados en otros países de mayor desarrollo a continuación se describirán los tipos de locomotoras.

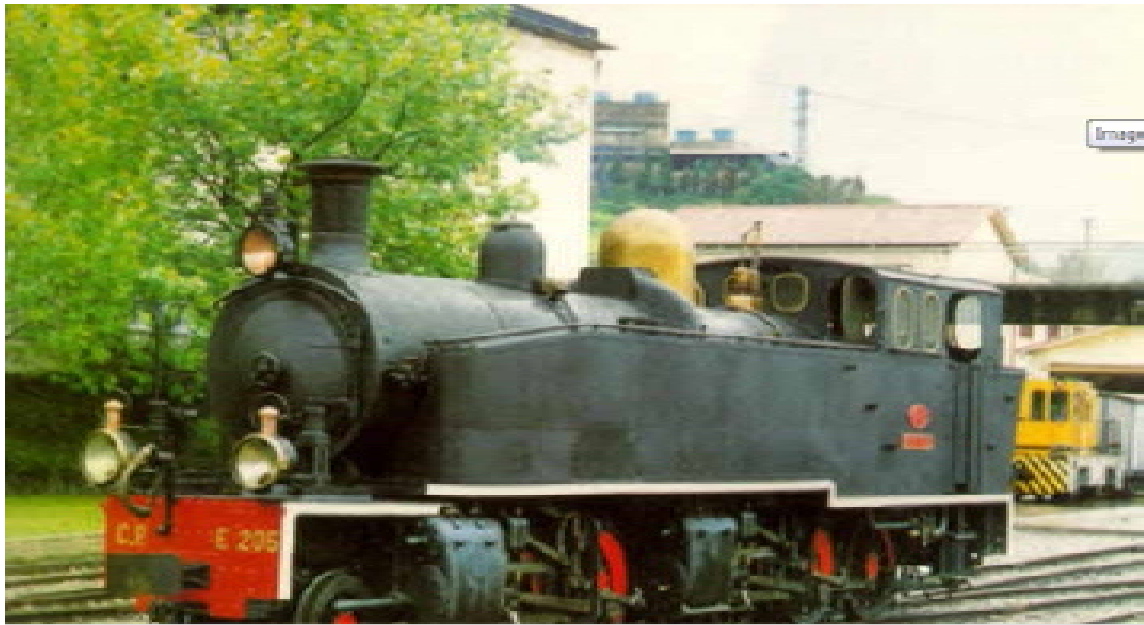


Fig. 2.15 Locomotoras.

### **2.9.1 Locomotora de vapor.**

Esquemáticamente una caldera moderna con máxima superficie de calefacción, genera vapor en grandes cantidades y a presiones hasta de 25 K / c2 (350 lbs. / p2 con temperaturas hasta de 400 °C. es vapor generado, empuja a un embolo a lo largo de la carrera del mismo y una biela conecta la cruceta, con la

excéntrica de las ruedas motrices, produciendo un mecanismo de 4 barras, cuya repetición y frecuencia, son regulados por válvulas de distribución del vapor.

Cada tipo de locomotoras de vapor varía el diámetro de sus ruedas motrices, su número, el tamaño de los pistones, la presión del vapor, el empleo de vapor recalentado, tamaño de calderas, carrera del embolo, y en consecuencia, en cada tipo y modelo, precisa determinarse su curva característica "Fuerza Tractica Velocidad". Las locomotoras de vapor moderná, varían su fuerza entre 50 y 150 mil libras de tracción en la barra del tender, se conoce por la distribución de sus ejes que pueden ser de guía en curva y motrices.

Estas máquinas de vapor tiene la gran desventaja de necesitar renovar agua cada 30 kilómetros (porque consumen 15 litros cada HP hora) y necesitan cargar combustible cada 75 kilómetros y ello requiere instalaciones y tiempos pedidos para abastecerse. Las locomotoras de vapor sólo remolcan trenes durante 2/3 del tiempo en uso y 1/3 permanecen en talleres de reparación y aprovisionado. Las ventajas y desventajas deben meditarse serenamente en cada caso y existen aun, numerosos ejemplos reales donde las máquinas de vapor continúan resolviendo satisfactoriamente su problema concreto económico.

### **2.9.2 Modernas locomotoras de vapor.**

Las modernas máquinas de vapor pueden desarrollar 4000 HP y velocidades máximas de 140 K / hora, las antiguas máquinas quemaron leña y carbón de grandes piedras coquizables en fogones de diseño insuficientemente económico y más tarde petróleo crudo atomizado. La combustión completa de la

mezcla de gases, produce llama blanca a 550 °C y su turbulencia genera a vapor a razón de 550 °C calorías por kilo de carbón; produciendo el moderno GASOGENO, una eficiencia térmica de 15%.

Las modernas locomotoras de vapor puede quemar leña, que a su vez puede ser un recurso RENOVABLE, si se la explota racionalmente, así como aserín y desperdicio estas locomotoras, no dejan humo con grandes residuos de carbón y rastros de ceniza.

En México los talleres de vapor y viejas maquinas han desaparecido y solo se las contempla como monumentos del pasado frente algunas estaciones.

### **2.9.3 Locomotoras modernas de vapor.**

Para fines industriales, siderúrgicos, minería, forestal, cañaverales, etc., la maquina con tanques de agua laterales permite cargar 10 mil litros de agua (sin emplear tender) obteniendo fuerza tractiva máxima hasta de 38710 con peso (en servicio) de 83 toneladas inglesas. Estas maquinas y otras similares, permiten operar ramales aislados de la red, durante plazos relativamente cortos, para tráficos regulares con volumen moderado, usando mínima inversión de capital, no solo para equipos y refacciones, sino para los talleres, permitiendo usar personal con capacitación elemental.

### **2.9.4 Locomotoras diesel mecánicas.**

Se usan en patios de industrias, plantaciones de caña, minas (incluso las de carbón), pesan desde 20 hasta 100 toneladas y su potencia varía desde 60 hasta

500 HP. Sus velocidades mínimas son de 7 k / hora para máxima es de 30 a 50 k / hora. La transmisión mecánica es similar a la del automóvil, empleando hasta 6 velocidades hacia adelante y una hacia atrás, conectando el árbol del motor con “diferencial” para obtener la rotación separada que produce el movimiento de las bielas que conectan a las ruedas motrices entre sí.

Estas maquinas admiten radios de curva mínimos y sus costos de mantenimiento son bajos.



Fig. 2.16 Locomotoras diesel mecánicas.

### **2.9.5 Locomotoras diesel eléctricas.**

En México, se emplea desde 1800 hasta 3600 HP por unidad y donde la densidad y trafico son máximos se debe acondicionar la curvatura y pendiente, para permitir el empleo de máxima potencia por unidad; el gabilo de túneles y puentes y el calibre del riel, deben soportar el paso de las mayores maquinas DE



cuyo peso máximo por eje es de 27 toneladas, cifra que para altas velocidades demanda estructura diseñadas para soportar cargas dinámicas tipo “Cooper” E – 60 y E – 72.

Las grandes locomotoras demandan mayores cargos fijos en las vías, estructuras, pero resulta indiscutible que la gran diesel eléctrica es a la vez la más económica y arrastra mínima carga improductiva y debe emplearse en vías de mayor tráfico en lugar de numerosas maquinas en múltiple. Las maquina de Diesel pueden variar la relación dientes de la corona/ No. Dientes del piñón (desde 5.5 hasta 4.5) y ello varia la mínimas velocidades de 110 k / h. hasta 130 k / hora, en tanto que la fuerza máxima se reduce de 100 % a 80 %.

#### **2.9.6 Locomotoras diesel eléctricas.**

Un abanico eléctrico (conectado a la corriente) colocado frente a otro abanico libre, produce una corriente de aire, que hace girar el abanico guiado, el aire es el medio transmisor y si el par de mando y mandado, estuviesen encerrados en alguna caja, entonces la eficiencia (de las revoluciones resultantes) sería mayor.

Las locomotoras diesel – hidráulica, usan toda la eficiencia del motor diesel que es de 35 % y eliminan la necesidad de usar tanto el generador eléctrico como los motores eléctricos de tracción mediante una trasmisión hidráulica de gran eficiencia y que permite usar mayor peso de motores diesel por locomotora, ósea mayor potencia en igualdad de peso respecto a las diesel eléctricas.

Las hidráulicas, pueden remolcar trenes más pesados a baja velocidad, o en mayores pendientes, que la diesel eléctricas debido a que las diesel eléctricas, se recalientan a velocidades menores de 12 millas por hora, en tanto que las hidráulicas aceptan menores velocidades sin recalentarse y con mayor fuerza tractiva.

### **2.9.7 Locomotoras turbinas de gas.**

En los últimos años, el Unión Pacíf, empleo locomotoras de este tipo no como experimento, si no como una solución de fuerza para 30 locomotoras con 135000 caballos de total potencia, pero a partir de 1976 la misma empresa remplazo esas máquinas por la DE de 5500HP.

Estas locomotoras las fabrican la Cía. Brown Boveri de Suiza y de Inglaterra y la General Motors de los Estados Unidos donde la 4500 HP, pesan 200 toneladas. Sobre ejes jalando 31 ton, continúo a 32 kph y pudiendo arrancar con fuerza de 64 toneladas (máximo) y operar trenes rápidos hasta 125 kph.

### **2.10 Autovías y trenes de pasajeros.**

Se emplea las autovías en recorridos menores de 12 horas, para resolver mejores horarios a menor costo. Las autovías pueden formar “trenes” desde uno hasta 6 unidades “en múltiple” permitiendo de 60 hasta 100 pasajeros sentados en cada coche. Los coches pesan 40 a 50 toneladas de tara y pueden ser motrices o remolcados, produciéndose generalmente altas relaciones de potencia por tonelada (aproximadamente 10 HP / ton) ósea al doble de la normal empleada en los trenes convencionales.

Las autovías cuestan 15 a 20 % menor inversión que los trenes de pasajeros sustitutivos y su operación requiere menor número de empleados laborando menor tiempo, o pudiendo realizar un mayor número de viajes en los cortos recorridos.

El peso ligero y la menor base rígida comparada con las grandes locomotoras hacen a la autovía preferible para evitar el gran desgaste de rieles que causan los trenes rápidos en las vías sinuosas de montaña.

### **2.11 Control de calidad**

En este apartado se menciona algunas características para un buen control de calidad en una obra se necesitan estudios de bancos para definir que material se va a ocupar para los terraplenes y las capas de subbalasto y balasto, en el proceso se requieren hacer pruebas de compactación. Las pruebas se realizan en el sentido del cadenamiento en ambos lados (izquierda, derecha, centro) esto es para que al momento de hacer los cálculos arrojen los porcentajes de compactación y respecto de los cálculos se puede determinar si se acepta o no se acepta.

## CAPÍTULO 3

### RESUMEN EJECUTIVO DE MACRO Y MICROLOCALIZACION

En el presente capítulo se tratará lo referente al tramo ferroviario en estudio, localización, colindantes, topografía y todas sus principales características físicas.

#### 3.1. Generalidades.

El tramo ferroviario en estudio comprende en la población “Santo Domingo Tehuantepec, que pertenecen al estado de Oaxaca, que se encuentra localizado al sureste de la capital del estado de Oaxaca, México, entre las siguientes coordenadas geográficas: 15° 59' y 16° 58' de latitud norte y entre los 94° 12' y 95° 46' de longitud del Oeste del Meridiano de Greenwich. A una altura de 40 metros sobre el nivel del mar.

Limita al norte con los municipios de Santa Ana María Jalapa del Márquez y Santa María Mixtequilla y al noreste con San Pedro Comitancillo, al oeste con San Blas Atempa, San Pedro Huilotepec y Salina Cruz al noroeste con Magdalena Tequisistlán, al oeste con San Miguel Te nango y San Pedro Huamelula, al sudoeste con Santiago Astata y al sur con el Océano Pacífico.

Oaxaca es el quinto estado más grande del país, que conforma 32 entidades federativas de México y superficie es de 93,952 km<sup>2</sup>. En tanto el municipio de Santo Domingo Tehuantepec es de 965.8 km<sup>2</sup>.

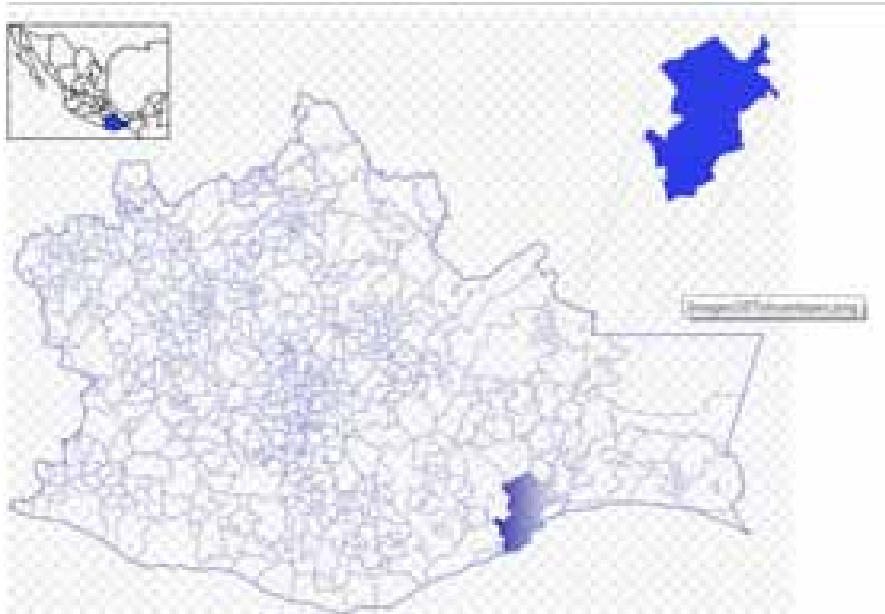


Fig. 3.1. Localización de Santo Domingo Tehuantepec.

El tramo ferroviario comprende una ruta de enlace y principal transporte de mercancías entre las poblaciones de “Salina Cruz” a “Todo el sur del País”, es un camino tipo “A”.

### **3.2. Resumen ejecutivo.**

Para poder analizar el tramo se tuvieron que realizar varios tipos de trabajos de investigación, como lo son: levantamiento de datos, se recopiló toda la información en el transcurso de la ejecución del proyecto. Y se realizó un conteo

de los trenes que circulan por la vía férrea. Se hizo una investigación del tipo cuantitativo con un alcance descriptivo y que no es experimental. Y para poder decir que la obra está en buenas condiciones se deben hacer varias modificaciones como, señalamientos en los cruces del ferrocarril con carreteras, tener todas las obras de drenaje como deben ser cunetas, contra cunetas, alcantarillas y las principales obras de drenaje donde no se realizaron. Para poder realizar la revisión del proceso constructivo de la obra, se contó con la ayuda de software como el Opus y el Excel.

### **3.3. Entorno geográfico.**

Macro localización. Santo Domingo Tehuantepec cuenta con una superficie de 965.8 Km<sup>2</sup>, se encuentra localizado al sudeste del Estado, a una altura de 160 metros sobre el nivel del mar. Su distancia a la capital del Estado es de 253 kms.

Micro localización. El tramo del libramiento Ferroviario se encuentra en el municipio de Santo Domingo Tehuantepec, entre su longitud se encuentran localizados los barrios de Santa cruz, barrio Lieza. Barrio de Asunción y Rincón Moreno.

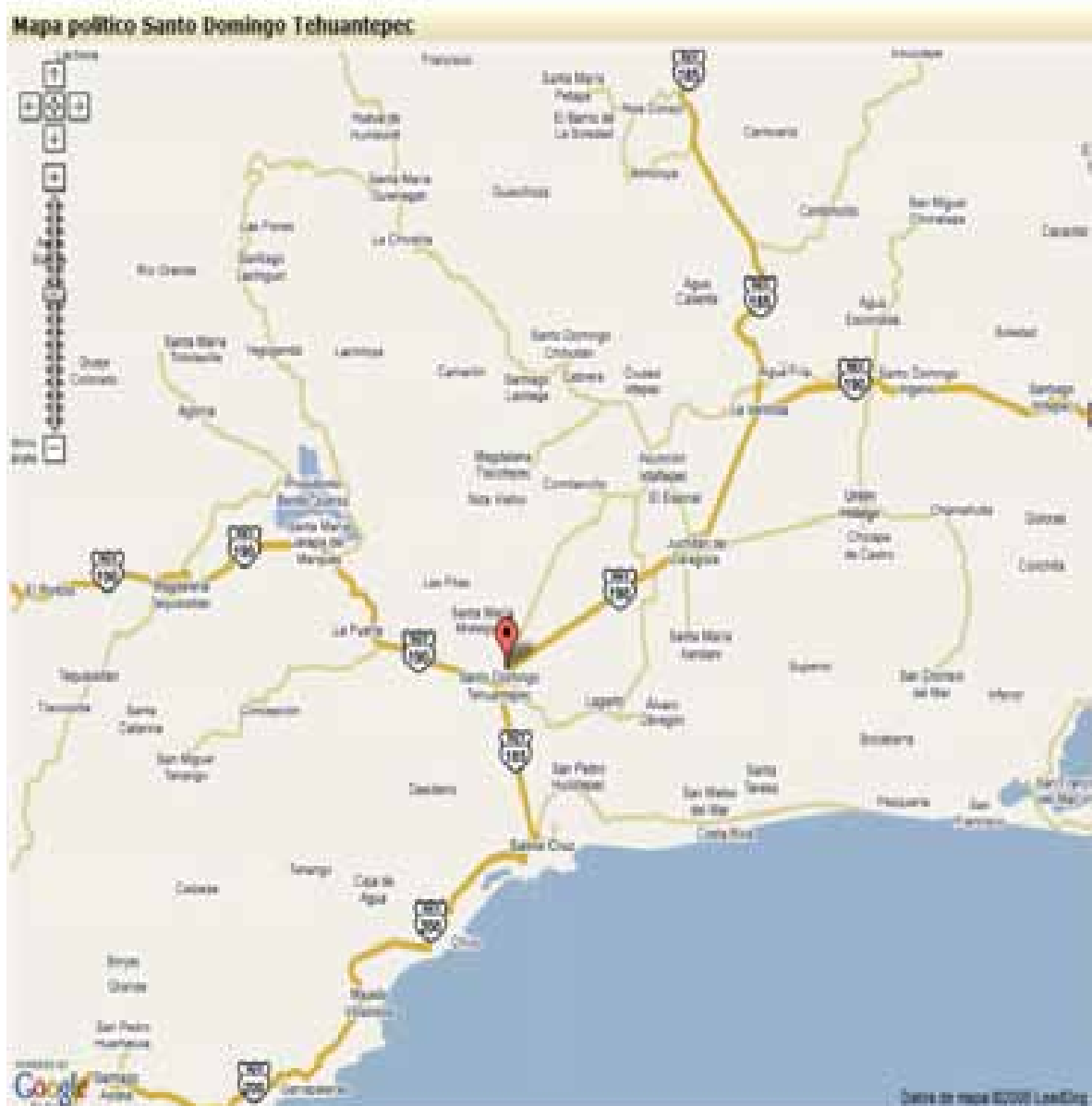


Fig. 3.2. Macro localización del municipio de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca.

Fig. 3.3.2. Micro localización del tramo ferroviario.



Fig. 3.3. Micro localización del tramo ferroviario.

### 3.3.1. Topografía regional y del la zona en estudio.

El istmo de Tehuantepec es una región de México en donde los océanos Atlántico y Pacífico se localizan a una menor distancia. Aproximadamente corresponde a las regiones Olmeca, del estado de Veracruz; y a los distritos de Tehuantepec y Juchitán, que conforman la región del Istmo oaxaqueño.



El istmo comprende una parte de México localizada entre los meridianos 94° y 96° oeste. En su punto más angosto, el istmo alcanza los 200 km de distancia entre el océano Pacífico (o más precisamente, el golfo de Tehuantepec y el golfo de México; o bien, alcanza los 192 km entre el golfo y la cabecera del lago Superior, que desemboca en el golfo de Tehuantepec. En Tehuantepec, la sierra Madre del Sur se convierte en un paso de poca altura y plano, apenas ondulado por algunas colinas que se levantan en la llanura.

El istmo de Tehuantepec es una región localizada en el sureste de México. Es una zona prácticamente llana, salvo por la presencia de las lomas y cerros que componen la sierra Atravesada. La sierra atravesada tiene unos 250 km de longitud, y tiene su punto más alto en el paso de Chivela, a unos 250 msnm. Más al oriente, cerca del límite entre Oaxaca y Chiapas, se localiza el cerro Azul, que alcanza una altitud de 2300 msnm.

Al oriente de los llanos del istmo de Tehuantepec, en el *territorio* chiapaneco, se levantan las sierras del Norte de Chiapas y la sierra Madre de Chiapas. Al poniente, en el estado de Oaxaca, se localizan la sierra Madre del Sur y la sierra Madre de Oaxaca, conocida también como sierra de Juárez. En el norte, en la costa veracruzana, la sierra de los Tuxtla rompe la planicie costera meridional del golfo de México.

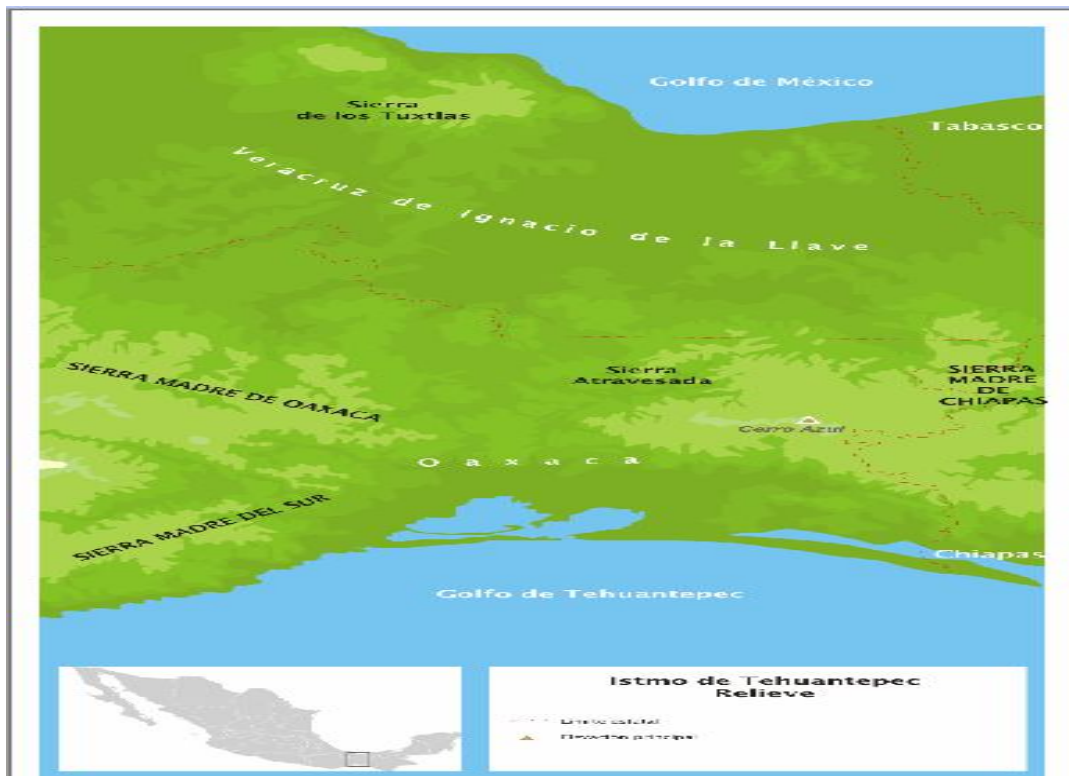


Fig. 3.4. Topografía regional y de la zona en estudio.

### 3.3.2. Hidrología regional y de la zona en estudio.

Los ríos del istmo de Tehuantepec pueden ser agrupados en dos vertientes. Al norte, en el territorio veracruzano, se encuentra la vertiente del golfo de México. En esta vertiente desembocan los ríos que forman parte de la Región Hidrológica 29 de Coatzacoalcos. Pertenecen a esta región dos cuencas: la del río Coatzacoalcos propiamente dicho, en la que se encuentran numerosos afluentes de éste que es uno de los ríos más caudalosos de México. Casi todos ellos bajan de las laderas norteñas de la sierra Madre de Oaxaca. Destaca el río Uxpanapa en territorio veracruzano, y los ríos Alana, Puxmetacán-Trinidad, El Corte y Aguacate

nango-Jaltepec, en Oaxaca. La cuenca del río Coatzacoalcos tiene una superficie de casi 18 mil km<sup>2</sup> y el río que le da nombre alcanza una longitud de 325 km. Desagua en el golfo de México un total 32 mil 752 hm<sup>3</sup>/s. Con estos números, el Coatzacoalcos es el cuarto río más caudaloso de la vertiente del golfo mexicano, después del río Grijalva, el río Papaloapan y el río Pánuco.

Otra cuenca perteneciente a esta región hidrológica es la del río Tonalá, río que señala el límite entre los estados de Veracruz y Tabasco, y que además comprende los pantanos tabasqueños en que se localiza La Venta. Aunque de dimensiones más modestas, la cuenca del Tonalá desagua más de 11 mil hm<sup>3</sup>/s, también en el golfo de México.

En el oriente del istmo, la zona de la sierra Atravesada forma parte de la región hidrológica 30 del Usumacinta-Grijalva, aunque no hay corrientes de agua de importancia en la región. Prácticamente toda la región de las llanuras istmeñas forma parte de la región hidrológica 22 de Tehuantepec. La región comprende dos cuencas: la del río Tehuantepec propiamente dicho, río que nace en la sierra Madre del Sur al noroeste del istmo; y la de la Laguna Superior.

La cuenca del río Tehuantepec ocupa más de la novena parte de la superficie del estado de Oaxaca. Es decir, más de 10 mil km<sup>2</sup>. El principal río de la cuenca es el río Tehuantepec, de 240 km de longitud. Desagua 950 hm<sup>3</sup>/s en el golfo de Tehuantepec. Poco antes de su desembocadura recibe las aguas del río Tequisistlán. En la confluencia de ambas corrientes se localiza la presa Benito Juárez. Otra cuenca que conforma la región hidrológica 22 es la de Laguna

Superior, que abarca casi toda la región de la llanura ístmica. La laguna Superior recibe las aguas de pequeños ríos que bajan principalmente de la sierra Atravesada. Entre ellos están los ríos Perros, Espíritu Santo y Ostuta. La laguna Superior desemboca en la laguna Inferior, que a su vez desagua directamente en el golfo de Tehuantepec.

La cuenca del mar Muerto, de la región hidrológica 23 de la Costa de Chiapas comprende el oriente de la llanura istmeña, en los límites de Oaxaca y Chiapas. Se caracteriza por la presencia de la laguna llamada mar Muerto, paralela a la costa del golfo de Tehuantepec. La cuenca de este lago abarca cerca de 900 km de superficie en el estado de Oaxaca.



Fig. 3.5. Hidrología regional y de la zona en estudio.

### **3.3.3. Uso de suelo regional y de la zona en estudio.**

Estos suelos se desarrolla una vegetación natural de selva baja caducifolia conformada por una población de plantas de tipo espinoso entre las cuales las más importantes son: Guamúchil, Mezquite y Huizache entre otras especies. En general, esta vegetación presenta cierta utilidad principalmente para la población campesina ya sea para elaborar parte de los implementos que utiliza en su trabajo y para el pastoreo de ganado como sucede con el Huizache y con el Mezquite. Otras son útiles para uso medicinal, alimenticio u ornamental.

La región completa se encuentra en una zona de clima tropical cálido, excepto en las elevaciones de la sierra Atravesada, donde los vientos provenientes del Pacífico proporcionan un clima comparativamente más cálido y saludable. El promedio anual de pluviosidad en la vertiente atlántica del istmo de Tehuantepec (la costa del golfo de México) es de 3.960 mm, en tanto que las temperaturas alcanzan los 35 °C. La vertiente del Pacífico tiene un clima más seco y menos cálido.

### 3.4. Informe fotográfico.



Fig. 3.6 Informe fotográfico del lugar.

En esta fotografía se puede apreciar la vegetación del lugar, ya que el porcentaje de vegetación son arboles con espinas “huizaches” y “mezquite”.



Fig. 3.7. Informe fotográfico de terminado de terracerías.

Se observa las características de una buena ejecución de obra.



Fig 3.8 Informe fotográfico de terminado de terracerías.



Fig. 3.9. Informe fotográfico de terminado de terracerías.

En la fotografías observadas anteriormente se presentan las características del tramo ya que es un tramo muy plano y se necesario realizar terraplenes y muy pocos cortes y pocas obras de drenaje.

### **3.5. Estudios de tránsito.**

En el tramo del libramiento de santo domingo Tehuantepec, Oaxaca todavía no se ha puesto en marcha al 100 % por esto el estudio del tránsito de trenes no está definido en la actualidad.



## **CAPÍTULO 4**

### **METODOLOGÍA**

En este capítulo se describirá la metodología con que se realizó la presente investigación.

#### **4.1. Método empleado.**

En la investigación actual se utilizó el método científico, con un procedimiento cuantitativo por recurrir a utilizar el método matemático – analítico que actualmente en este siglo, es primordial hacer referencia a los métodos que utilizamos cotidianamente, ya sea para comparar los resultados ya existentes o obtener nuevos resultados y poderlos comparar entre el resultado real y el analizado.

“En cualquier investigación que se utilicen números de relaciones constantes, variedad de hipótesis, diversidad de comprobaciones y éstas al obtener los resultados podemos tener en cuenta para estar en lo correcto o incorrecto y por lo tanto se aplica el método cuantitativo”. (Mendieta; 2005: 49)

#### **4.4.1. Método matemático.**

De conformidad con lo dicho por Mendieta (2005), una de las primeras nociones conceptuales que capta la persona es la cantidad, donde se aplica el

procedimiento científico, comparando cantidades para obtener nociones derivadas, de importancia, valor económico y capacidad. En cualquier investigación que asiente números de relaciones constantes, variedad de hipótesis, diversidad de comprobaciones y se tomen en cuenta para afirmar o negar algo, se está aplicando el método cuantitativo. En tanto, este método es aplicable en la vida diaria del ser humano.

#### **4.2. Enfoque de la investigación.**

En la presente investigación se usó un enfoque cuantitativo; la investigación cuantitativa, de acuerdo con Hernández (2005), da la posibilidad de llevar un estudio más generalizado para obtener los resultados más ampliamente, otorga control sobre fenómenos y un punto de vista de conteo y magnitud de éstos. Además brinda una gran posibilidad tener los resultados más “exactos” en la vida diaria y en los procedimientos de una investigación y un enfoque sobre puntos específicos de tales fenómenos, y facilita la comparación entre estudios similares.

El método cuantitativo es el método más utilizado por ciencias como la Física, Química, Biología y que tienen un gran enlace con la ingeniería ya que es la principal herramienta para un buen proceso de ingeniería.

La investigación representa una de las fuentes de conocimiento, por lo sí ampliamos sus fronteras, será indispensable llevarla a cabo con responsabilidad y ética.

#### **4.2.1. Alcance de la investigación.**

En el presente trabajo de investigación se utilizó un estudio de tipo descriptivo, pues de acuerdo con Hernández (2005), consiste en describir eventos, situaciones y hechos, manifestando la determinación de un fenómeno.

“Los estudios descriptivos pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refiere. Desde luego, toda la información que se quiere recaudar de cada una de dichas variables o conceptos para decir cómo es, así mismo manifiestan las características o los fenómenos de interés de la investigación; su objetivo no es indicar cómo se relacionan las variables medidas”. (Hernández; 2005: 119)

Los estudios descriptivos pueden ofrecer la posibilidad de predicciones o relaciones aunque sean poco elaboradas.

#### **4.3. Diseño de la investigación.**

En esta investigación se utilizó un diseño no experimental, transaccional descriptivo, como lo describe Hernández (2005), ya que en la investigación se recopilan los datos en un momento preciso y en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como se describe una comunidad o eventos o fenómenos o contextos con el fin de analizar y recolección de datos.

#### **4.3.1. Investigación transaccional.**

De conformidad con lo escrito por Hernández (2005), la investigación transaccional o transversal, recolecta datos en un solo momento, en un tiempo único. Puede presentar un panorama del estado de una o más variables, en uno o varios grupos de personas, objetos, así como diferentes comunidades, situaciones o eventos. Como se mencionó anteriormente en esta investigación se utilizó un método transaccional descriptivo. “Los diseños transaccionales descriptivos tienen como objetivo indagar la incidencia y los valores que se manifiestan una o más variables (dentro del enfoque cuantitativo) o ubicar, categorizar y proporcionar una visión de una comunidad, un evento, un contexto, un fenómeno o una situación” (Hernández; 2005: 273). En este tipo de diseño queda claro que ni siquiera cabe la noción de manipulación, puesta que cada variable o concepto se trata individualmente; no se vinculan variables.

#### **4.4. Instrumentos de Recopilación de Datos.**

De conformidad con Hernández (2005), en la actualidad existen varios métodos para la recopilación de datos, en estudios cuantitativos frecuentemente se incluyen varios tipos de cuestionarios al igual que la recopilación de contenidos para un análisis estadístico, para recolectar datos es necesario:

1.- Seleccionar los métodos o instrumentos disponibles o desarrollarlos según sea su enfoque de estudio, el planteamiento del problema y alcance de la investigación.

2.- Aplicación de instrumentos.

3.- Preparar los datos obtenidos para realizar un análisis correcto de los mismos.

Acorde con Hernández (2005), la recolección de datos equivale a medir entendiendo por medir una relación que indica la clasificación o cuantificación, la recopilación de datos debe ser analizada para que cumpla y así mismo tenga confiabilidad y que tenga validez, en el enfoque cuantitativo confianza se refiere a la aplicación repetida de un instrumento de medición cuando produce iguales resultados y validez se refiere al grado en que un instrumento de medición mide realmente las variables que pretende medir y que sea confiable y se elabore correctamente.

#### **4.5. Descripción del Proceso de Investigación.**

La presente investigación se desarrolló partiendo primeramente en la ubicación del tramo de vía férrea, para posteriormente verificar si el proceso constructivo de dicho tramo fue el adecuado.

Posteriormente, fue preciso realizar la investigación documental para recopilar la información teórica que soportara el diseño de dicho proyecto. Así fue preciso establecer la fuente principal del encuadre metodológico para definir el alcance e instrumentos de recopilación de datos.

A continuación se menciona con qué instrumentos o herramientas se realizó la captura de datos, utilizando programas computacionales como Excel, Opus y Autocad, y se contrastó con la teoría recopilada, haciendo un análisis del proceso constructivo de dicho tramo ferroviario, hasta establecer en las conclusiones que dieran cumplimiento a los objetivos y preguntas de esta investigación.

## **CAPÍTULO 5**

### **ANALISIS E INTEPRETACION DE RESULTADOS**

En el presente capitulo se estudiara lo correspondiente e interpretación de resultados; así como el proceso constructivo que se requiere para ejecutar y tener una buena calidad de obra.

#### **5.1 Características principales de un proceso constructivo.**

Se dan las normas generales que deben seguir sea en la construcción de las terracerías de una obra vial, según la especifica la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, principalmente en lo relacionado con el desmonte; cortes, terraplenes, refinamientos, canales y accesos.

Además se explicará la forma en que fue construida la vía de comunicación a que hace referencia el presente trabajo de investigación, de presentar los generadores de obra, el presupuesto, precios unitarios y el calendario de obra, para la construcción de dicha obra.

##### **5.1.2 Desmonte.**

El desmonte es el despeje de la vegetación existente en el derecho de vía y en las áreas destinadas a bancos, con objeto de evitar la presencia de materia vegetal en la obra como puede ser; árboles y arbustos y maleza de hierba, zacate

o residuos de las siembras; desenraice, que consiste en sacar los troncos o tocones con raíces o cortando estas; limpiando y retirando el producto del desmonte.

Este proceso se requiere un tractor de orugas para poder realizar las actividades ya mencionadas anteriormente para el desmonte.



Fig. 5.1.Desmonte.



Fig. 5.2 Desmonte.

### **5.1.3 Despalme.**

El despalme se ejecuta dependiendo del materiales en esta ocasion es de tipo A, esto es porque el terreno es blando o suelto que puede ser eficiente excavado como son los suelos poco o nada cementados con partículas hasta de 3", los suelos agrícolas, los limos o las arenas.



Estos trabajos se puede ocupar un tractor de orugas o una motoconformadora para desprender una capa de vejetacion de aproximadamente 0.15 cm de espesor, ya después se debe de dar una compactación al terreno ya desplantado; asi mismo se le da un riego de agua para resivir lo que es la primer capa de terraplen.



Fig. 5.3 Despalme.



Fig. 5.4. Despalme.

#### **5.1.4 Cortes.**

Los cortes se describen como las excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación y / o abatimiento de taludes, en rebajes en la corona de cortes, así mismo para los cortes de terraplenes con objeto de preparar y / o formar la sección de la obra de acuerdo con los proyectos.

Los materiales de cortes, de acuerdo con la dificultad que presenten para su extracción y carga, se clasificara tomando como base los tres tipos siguientes:

Material A

Material B

Material C

Algunos materiales de corte pueden ser utilizados para los terraplenes dependiendo de la resistencia o de estudios de laboratorio.

#### **5.1.5 Bancos de préstamo.**

Los bancos de préstamos son las excavaciones en los lugares determinados por el proyecto para obtener los materiales con que se forman los terraplenes no compensados, pudiendo ser laterales o de bancos.

Los laterales se hacen dentro de las fajas ubicadas fuera de los cerros, en uno o en ambos lados del eje de la terracerías, el acarreo es libre por lo que no se mide y siempre se mide del eje de la terracería y puede ser; de 20, 40, 60, 80 o 100 m como máximo.

Los préstamos de banco se ejecutan fuera de la faja de 100 m de ancho y se miden en metros cúbicos considerando el abundamiento y redondeando el resultado a la unidad. Los precios unitarios para préstamos deben considerarse extracción, remoción y carga del material, acarreo libre y descarga para la formación de terraplenes.



Fig. 5.5 Banco de préstamo.



Fig. 5.6 Banco de préstamo.

### **5.1.6 Terraplenes.**

Los terraplenes se describe como el principal de la estructuras ya que se necesita materiales adecuado para la formación del cuerpo del terraplen, estos materiales se requieren del producto de despalme o de bans de préstamos; también se consideran como terraplenes, las cuñas contiguas a los estribos de puentes y de paso a desnivel.

El proceso para realizar este trabajo se realiza a continuacion se tiende una capa del espesor que permita el tamaño máximo del material pero no menor de 30 cm, en todo el ancho de la sección y se riega agua sobre la capa, en cantidad aproximada a 100 litros por metro cubico y después se somete a un tractor de orugas que pese 20 toneladas pasando por cada uno de los puntos que forman la superficie; en seguida se hacen sondeos a cielo abierto en los 20 cm superiores de la capa para estudiarlos en el laboratorio.



Fig. 5.6. Terraplenes.



Fig. 5.7 Terraplenes.

### 5.1.7 Material para subyacente.

la capa de subyacente se ejecuta en seleccionar material cribado de banco, para tener una mejor formación del material; estos trabajos se realizan con maquinaria pesada como es tractor de orugas y motoconformadora para tener una mejor formación de la capa de subyacente y teniendo una finalidad de acomodo de material y resistencia.



Fig. 5.8. Material para subyacente.



Fig. 5.9 Material para subyacente.

### 5.1.8 Material para sub – balasto.

Es la parte de la estructura del terraplén ya que es de gran importancia porque es la que soporta la mayor parte de la carga de la vía férrea. Y los materiales deben ser de calidad y con una granulometría para tener una buena textura.



Fig. 5.10 Materiales para sub – balasto.



Fig. 5.11 Material para sub- balasto.

### 5.1.9 Acarreo para terracerías.

Es el transporte de los materiales para construir un terraplén o efectuar un desperdicio; así como el transporte del agua empleada para la compactación de terracerías, el acarreo libre es efectuado hasta una distancia de 20 metros como máximo despues del termino de los 20 metros, el acarreo se considera sobre acarreo, la distancia de sobre acarreo se mide de la siguiente manera: en sobre acarreo hasta de 5 estaciones y el del agua su distancia de sobre acarreo se mide tomando como unidad el kilometro, con una aproximación de un decimal.



Fig. 5.12 Acarreo para terracerías.



Fig. 5.13 Acarreo para terracerías.

#### **5.1.10 Obras de drenaje.**

Las obras de drenaje se describen como una de las principales funciones ya que se realizan para formar y desaguar el agua a la sección de las contra cunetas o de causes artificiales y rectificación de cauces naturales y son las principales para proteger los caminos o terracerías.

#### **5.1.11 Cercado del derecho de vía.**

El cercado del derecho de vía, es parte de la obra y es para proteger y tener señalado hasta donde es propiedad del propietario.



Fig. 5.14 Cercado del derecho de vía.



Fig. 5.16 Cercado del derecho de vía.

## 5.2 Calendario de obra.

		CALENDARIO DE OBRA							
FECHA		JUNIO 01 AL 30	JULIO 01 AL 31	AGOSTO 01 AL 31	SEPTIEMBRE 01 AL 30	OCTUBRE 01 AL 30	NOVIEMBRE 01 AL 30	DICIEMBRE 01 AL 31	
No.	CONCEPTOS								
	TERRACERIAS								
1	DESMONTE								
2	DESPALME								
3	CORTE								
4	EXCAVACION PARA OBRAS DE DRENAJE								
5	EXCAVACION DE BANCO								
6	TERRAPLEN								
7	SUB-YACENTE								
8	SUBBALASTO								
9	OBRAS DE DRENAJE								
10	CERCADO DE DERECHO DE VIA								

## 5.3 Catálogo de precios

CATALOGO DE PRECIOS				
No	ESPECIFICACION	CONCEPTO DE LA OBRA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO
	3.01.01	<b>TERRACERIAS</b>		
	009-C	<b>DESMONTE</b>		
1	009-C.02	Desmonte	Ha	\$ 2,998.71
2	a)	Cortes	M3	\$ 6.37
3	1)	DESPALMES	M3	\$ 6.37
4	1)	EXCAVACION EN OBRAS DE DRENAJE	M3	\$ 16.70
	009-E	<b>PRESTAMOS</b>		
5		EXCAVACION DE BANCOS	M3	\$ 9.38
	009-F	<b>TERRAPLENES</b>		
6	2)	COMPACTACION AL 95 % PROCTOR	M3	\$ 9.53
8	2)	FORMACION Y COMPACTACION	M3	\$ 12.63
	009-I	<b>ACARREOS PARA TERACERIAS</b>		
9	2)	SOBRE ACARREO DE MATERIAL DE CORTE	M3	\$ 21.79
	009-I	<b>ACARREOS PARA TERACERIAS</b>		
13	1	Para el primer km.	M3	\$ 10.30
14	2	Para los kilometros subsecuentes.	M3-KM	\$ 5.89
	047-C	<b>EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS</b>		
15	h)	Excavacion por unidad de obra terminada, cualquiera que sea su clasificacion y profundidad	M3	\$ 45.46
	047-G	<b>CONCRETO HIDRAÚLICO Capitulo 3.01.02.026</b>		
	a)	Simple, colado en seco.		
16	1)	De f'c=150 kg/cm2	M3	\$ 1,467.72
17	2)	De f'c=200 kg/cm2	M3	\$ 1,732.95
18	3)	Def'c=250 kg/cm2	M3	\$ 1,813.46
	047-H	<b>ACERO PARA CONCRETO HIDRAÚLICO</b>		
19	a)	Varillas	KG	\$ 15.49
23	EP 01	Carga, acarreo y extendido en banco de desperdicio de material producto del despalme con tiro de 15 km promedio	M3	\$ 99.36
24	EP02	Cercado del derecho de via con postes de concreto de 15x15 cm.x2.20 m. de largo por unidad de obra terminada.	M	\$ 85.13
27	(047-D.02)	Suministro y colocación de relleno para protección de obras de drenaje con material de banco compactado al noventa por ciento (90%) próctor, inciso 3.01.02.023-H.01) b) 2), incluye material, acarreos, equipo, mano de obra, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M3	\$ 113.04
29	EP03	Suministro y colocación de arripe de talud de terraplen con material producto de despalme, incluye: carga, acarreo a 2 km, extendido con equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución; por unidad de obra terminada.	M3	\$ 12.39
30	E.P.4	Suministro y colocación de malla electrosoldada 6-6 10-10, en refuerzo de plantilla de concreto, incluye materiales, equipo, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución de este concepto, por unidad de obra terminada.	M2	\$ 30.15
	047-L.03	Tubería de concreto por unidad de obra terminada (inciso 3.01.02.03-H.02)		
	a)	Reforzado, de f'c= 280 kg/cm2, tipo macho y hembra, fabricado en la obra		
31	3)	De 90 cm de diámetro.	M	\$ 1,680.06



## 5.4 Presupuesto de Obra.

PRESUPUESTO DEL LIBRAMIENTO FERROVIARIO DE TEHUANTEPEC, OAXACA DEL TRAMO 7 + 400 AL 10 + 000 Y DEL 12 + 600 AL 15 + 019 DE LA VIA FEDERAL MATIAS ROMERO - SALINA CRUZ.						
No	ESPECIFICACION	CONCEPTO DE LA OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
	3.01.01	<b>TERRACERIAS</b>				
	009-C	<b>DESMONTE</b>				
1	009-C.02	Desmante por unidad de obra terminada(inciso 3.01.01002-H.20	Ha	8.00	\$ 2,998.71	\$ 23,989.68
2	a)	De cortes	M3	543.00	\$ 6.37	\$ 3,458.91
	009-D.04	Despalmes, desperdiciando el material por unidad de obra terminada(inciso 3.01.01003-H.03)				
3	1)	Para desplante de terraplenes	M3	21,959.00	\$ 6.37	\$ 139,878.83
	009-D.04	Despalmes, desperdiciando el material por unidad de obra terminada(inciso 3.01.01003-H.03)				
	009-D.06	Excavación por unidad de obra terminada(inciso 3.01.01.003-H.04)				
	a)	En cortes y adicionales debajo de la subrasante				
4	1)	cuando el material se utilice para la formación de terraplenes.	M3	88.45	\$ 16.70	\$ 1,477.10
	009-E	<b>PRESTAMOS</b>				
	009-E.04	Excavacion de prestamos, por unidad de obra terminada				
5		Del banco Las Tortugas, localizado a 900 mts. Desviación derecha del km 5+920 del libramiento de Tehuantepec. NO DEBERAN INCLUIR CARGOS POR CONCEPTO DE REGALIAS, debiendo incluir demás gravámenes correspondientes a la explotación del banco.	M3	84,449.00	\$ 9.38	\$ 792,131.62
	009-F	<b>TERRAPLENES</b>				
	009-F.09	Compactacion por obra terminada				
	a)	Del terreno natural en area de desplante de los terraplenes(inciso 3.01.01005-H.09				
6	2)	para noventa por ciento(90%)	M3	14,416.00	\$ 9.53	\$ 137,384.48
	009-F.11	Formacion y compactacion, por unidad de obra terminada				
	a)	De terraplenes adicionados con sus cuñas de sobre ancho(inciso 3.01.01005-H.11)				

8	2)	para noventa por ciento(90%)	M3	53,069.40	\$ 12.63	\$ 670,266.52
	009-I	<b>ACARREOS PARA TERACERIAS</b>				
	009-I.02	Sobreacarreo de materiales producto de las excavaciones de cortes, adicionales debajo de la subrasante, ampliacion y/o abatimiento de taludes, rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalmes, prestamo de banco, derrumbes, canale y del agua empleada en compactaciones(inciso 3.01.01.008-H.20)				
9	2)	para noventa y cinco por ciento (95%)	M3	35,379.60	\$ 21.79	\$ 770,921.48
	009-I	<b>ACARREOS PARA TERACERIAS</b>				
	009-I.02	Sobreacarreo de materiales producto de las excavaciones de cortes, adicionales debajo de				
13	1	Para el primer km.	M3	88,449.00	\$ 10.30	\$ 911,024.70
14	2	Para los kilometros subsecuentes.	M3-KM	531,669.00	\$ 5.89	\$ 3,131,530.41
	047-C	<b>EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS</b>				
	047-C	Excavacion para estructuras, cualquier clasificacion a cualquier profundidad(inciso 3.01.02.022-H.01):				
15	h)	Excavacion por unidad de obra terminada, cualquiera que sea su clasificacion y profundidad	M3	420.00	\$ 45.46	\$ 19,093.20
	047-G	<b>CONCRETO HIDRAÚLICO</b> <b>Capitulo 3.01.02.026</b>				
	047-G-11	Concreto hidráulico por unidad de obra terminada(inciso 3.01.02.026-H 10):				
	a)	Simple, colado en seco.				
16	1)	De f'c=150 kg/cm2	M3	76.27	\$ 1,467.72	\$ 111,943.00
17	2)	De f'c=200 kg/cm2	M3	44.47	\$ 1,732.95	\$ 77,064.29
18	3)	Def'c=250 kg/cm2	M3	307.04	\$ 1,813.46	\$ 556,804.76
	047-H	<b>ACERO PARA CONCRETO HIDRAÚLICO</b> Capitulo 3.01.02.027				
	047-H.04	Acero de refuerzo por unidad de obra terminada(inciso 3.01.02.027-H.03)				
19	a)	Varillas	KG	33,096.00	\$ 15.49	\$ 512,657.04
23	EP 01	Carga, acarreo y extendido en banco de desperdicio de material producto del despalme con tiro de 15 km promedio	M3	12,210.00	\$ 99.36	\$ 1,213,185.60
24	EP02	Cercado del derecho de via con postes de concreto de 15x15 cm.x2.20 m. de largo por unidad de obra terminada.	M	10,000.00	\$ 85.13	\$ 851,300.00

27	(047-D.02)	Suministro y colocación de relleno para protección de obras de drenaje con material de banco compactado al noventa	M3	10.60	\$ 113.04	\$ 1,198.22
29	EP03	Suministro y colocación de arripe de talud de terraplen con material producto de despalme, incluye: carga, acarreo a 2 km,	M3	10,351.00	\$ 12.39	\$ 128,248.89
30	E.P.4	Suministro y colocación de malla electrosoldada 6-6 10-10, en refuerzo de plantilla de concreto, incluye materiales, equipo, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución de este concepto, por unidad de obra terminada.	M2	763.00	\$ 30.15	\$ 23,004.45
	047-L.03	Tubería de concreto por unidad de obra terminada (inciso 3.01.02.03-H.02)				
	a)	Reforzado, de f'c= 280 kg/cm2, tipo macho y hembra, fabricado en la obra				
31	3)	De 90 cm de diámetro.	M	34.00	\$ 1,680.06	\$ 57,122.04

<b>TOTAL</b>	<b>10133685.23</b>
--------------	--------------------

## 5.5. Análisis de resultados.

Después de haber realizado la investigación de campo, los cálculos correspondientes con el presupuesto de la obra, los análisis teóricos; se observa que el procedimiento de construcción del libramiento ferroviario de Tehuantepec, Oaxaca no fue el adecuado para realizar la obra mencionada anteriormente.

Ya que en el proceso no se ejecutaron algunas obras de drenajes ya ubicadas y por lo tanto no se realizó con la maquinaria adecuada para ejecutar la obra, además de observarse que algunos conceptos del presupuesto fueron ignorados y por lo tanto se han tenido que hacer reparaciones en los taludes y obras de drenaje.

En el presupuesto no se incluyó las regalías, que es muy importante en una obra de este tipo, ya que sin ella el tramo ferroviario no hubiera sido construido, ya que había muchos problemas por esta situación. Faltaron señalamientos, para la seguridad de los usuarios.

También se pudo observar que los taludes no se le dieron la inclinación adecuada y por lo tanto se deterioraron, ya que esta obra es relativamente nueva no soportó la temporada de lluvias de este año, y ya se observan derrumbes y que los drenajes no han sido los suficientes para desalojar toda el agua, por lo que se han presentado socavaciones en el terreno, generando deslizamientos de la terracerria

## CONCLUSIÓN

Desde los años antepasados, la construcción de caminos más conocidos como vías de comunicación (carreteras, aeropuertos, ferrocarriles y puertos.) ha sido uno de las primeras civilización avanzada. Cuando las ciudades empezaron a aumentar de tamaño y densidad de población, la comunicación con otros pueblos o lugares se tomo como una necesidad para hacer llegar suministros de mercancía y deberían ser transportarlos a otros consumidores. Las vías de comunicación que cuentan en todo el entorno, esta surgió con la necesidad de transportarse de un lugar a otro y con el tiempo se fue evolucionando conforme a la evolución de los automóviles que trasportaban por dichas vías.

Los caminos han existido desde hace mucho tiempo, ya que los caminos en México surgieron con la llegada de los españoles, aunque se contaba con grandes caminos de calzadas de piedra, veredas y senderos. Actualmente en México se construye una extensa red de caminos de todos los tipos, como son caminos privados, de cuota, libres o de altas especificaciones, hasta los caminos más chicas como son brechas.

El diseño que se debe hacer para un tramo ferroviario depende de grandes características como es la geología, geografía, topografía e hidrología de dicho tramo ferroviario, para poder construir una buena vía de comunicación. Otro elemento principal de un tramo ferroviario son: el alineamiento horizontal y el alineamiento vertical ya que dependen de estos dos elementos para realizar un buen proyecto.

La investigación de este trabajo principalmente es la topografía porque de ella se deriva toda la información para construir la vía férrea o cualquier otro camino, y que depende de qué tipo de camino se puede realizar en ese lugar. (Lo que nos indica que tan seguro será el camino), y una principal depende de la mecánica de suelos porque es una de las principales para que se pueda elegir el tipo de camino y se pueda elegir el proceso constructivo y se puedan realizar todos los cálculos necesarios para la economía o tener la certeza de una buena calidad de proyecto de ejecución.

Después de haber realizado la presente investigación teórica y de campo, para revisar si el proceso constructivo del libramiento ferroviario de Tehuantepec, Oaxaca, en el municipio de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca fue el más apropiado para construir esta vía de comunicación, haberse definido que es una vía terrestre, para qué nos sirve un proceso constructivo, de haber definido las características geográficas del lugar y mencionado las ventajas de la elección de un buen proceso constructivo, se llegó a la conclusión de que el proceso constructivo que se realizó en este tramo no fue el más apropiado, ya que durante la visita a esta obra se apreció que varios de los trabajos no se ejecutaron y eso dañó algunos terraplenes por las inclemencias del clima o simplemente no funcionaron de la manera más factible.

En lo referente a la interrogante que se presentó al inicio de la presente investigación: ¿Analizar si el proceso constructivo fue el adecuado para la construcción del Libramiento Ferroviario de Santo Domingo Tehuantepec Oaxaca. se dedujo que no es el más adecuado, ya que se pudo observar que los

trabajos realizados se hubieran realizado en corto plazo por ejemplo el acarreo del material se hubiera realizado en volteos de capacidad de 14 M3 y el acarreo fuera sido más económico y alguna maquinarias o fueron insuficientes; respondiéndose así también las preguntas secundarias, estableciéndose que: un proceso constructivo es la manera en que se planea una obra y su ejecución, además de que sirve para llevar una buena planeación de los trabajos a ejecutar, que a su vez impactan directamente en la ejecución de la obra, las grandes ventajas al elegir un buen proceso constructivo, son ejecutar los trabajos con el presupuesto autorizado, haciendo más solvente la obra y no rebasar los tiempos establecidos en el calendario de obra, ya que al rebasar estos tiempos se estarían realizando trabajos extraordinarios que el contratista tienen que absorber de su propio dinero. Otro concepto principal que debe llevar el presupuesto y es primordial son las regalías por que en algunos proyectos o dependiendo donde se vaya ejecutar surgen los problemas con los ejidos. Además para elegir un buen proceso constructivo se deben revisar los presupuesto base de la dependencia contra los de los licitantes, así se llegará a una asignación de un licitante, que indicará cual de los licitantes tiene el mejor calendario de obra y los mejores costos de ejecución.

Para poder elegir el proceso constructivo del tramo en estudio se analizaron algunas variantes como lo son: los principales beneficiados que son la ciudadanía de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca, así como el usuario porque tendrá más circulación por la vía de comunicación y transportara sus productos a otras regiones. En el municipio predomina el clima tropical con lluvias en verano, con

temperaturas que oscilan de 28°C. A 40°C; su vegetación está constituida por clima tropical con árboles de huizaches, mezquites y taba chines.

Finalmente con el presente trabajo de investigación, se pudo establecer que el procedimiento constructivo de una vía terrestre es sumamente importante, ya que cuando cuentas con estas herramientas se puede reducir los tiempos de ejecución, disminuir los costos y optimizar los recursos.



## **BIBLIOGRAFÍA**

Aparicio Mijares J. (1989).

Fundamentos de Hidrología de Superficie.

Ed. Limusa. México.

Arias Rivera Carlos. (1984).

Cuaderno de Trabajo de Comportamiento de Suelos.

Ed. Universidad Nacional Autónoma de México UNAM Facultad de Ingeniería.

México.

Caly Mayor, R. (1974).

Ingeniería de Tránsito.

México.

Crespo Villalaz, Carlos. (2005).

Vías de Comunicación

Ed. Limusa. México.

Togno, Francisco. M (19982)

Ferrocarriles

Etcharren, R. (1969).

Manual de Caminos Vecinales

México.

Hernández Sampieri Roberto. (2004)

Metodología de la Investigación

Ed. Mc. Graw Hill. México.

Abraham S. Daly Haber (1965)

Vías Férreas

Luis Manuel Ramos Ávila (2008)

Proceso de Construcción y Revisión del Programa de ejecución de obra de la rampa de emergencia ubicada en el km 84 + 380 del tramo: Patzcuaro – Uruapan

Hugo Alejandro Magaña Madrigal. (2008)

Revisión del programa de ejecución de obra del proceso constructivo del entronque “caracha” km 92 + 739 del C.D. Patzcuaro – Uruapan.

José Antonio Sánchez Corza. (2005)

Procedimientos constructivos puente barranca el limón.

Mendieta Alatorre, Ángeles. (2005)

Métodos de Investigación y Manual Académico

Ed. Porrúa, México.

Mier S. José Alfonso. (1987)

Introducción a la Ingeniería de Caminos

Ed. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). México.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (1974)

Manual de proyecto geométrico de carreteras

México.

OTRAS FUENTES DE INFORMACION.

[http://www.michoacan.gob.mx/municipios/88medio\\_fisico.htm](http://www.michoacan.gob.mx/municipios/88medio_fisico.htm)

<http://www.adsmexicana.com/documentoslisting.aps?documentTypeID=477>

<http://www.ferroistmo.com.mx/>

<http://www.monografia.com/trabajos13/transport.shtml>.

<http://www.google.mns.com/>

# Anexos

MATIAS ROMERO - SALINA CRUZ  
7+400 - 10+000.00  
UNICA  
MATIAS ROMERO

CM100596

08-23-2007  
13:44:02

CADENAM.	DESPALME CORT.	C TERR.	O E-2	R E-3	T CAJA	E CAJA	COMP. T.N.	CoCaCo 95%	100%	CPO. TERR	C SBY.	A SUB.	P SUB.	A SUB.	RELLENO 95%	A 100%	EX-AC-TE-CO 95%	100%
7400.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7420.00	0	92	0	0	0	0	62	0	0	223	83	77	0	0	0	0	0	0
7440.00	0	95	0	0	0	0	63	0	0	265	83	77	0	0	0	0	0	0
7460.00	0	95	0	0	0	0	63	0	0	270	83	77	0	0	0	0	0	0
7480.00	0	94	0	0	0	0	63	0	0	251	83	77	0	0	0	0	0	0
7500.00	0	93	0	0	0	0	62	0	0	235	83	77	0	0	0	0	0	0
7520.00	0	94	0	0	0	0	63	0	0	261	83	77	0	0	0	0	0	0
7540.00	0	96	0	0	0	0	64	0	0	288	83	77	0	0	0	0	0	0
7560.00	0	98	0	0	0	0	66	0	0	316	83	77	0	0	0	0	0	0
7580.00	0	101	0	0	0	0	67	0	0	375	83	77	0	0	0	0	0	0
7600.00	0	102	0	0	0	0	68	0	0	388	83	77	0	0	0	0	0	0
7620.00	0	100	0	0	0	0	67	0	0	357	83	77	0	0	0	0	0	0
7640.00	0	99	0	0	0	0	66	0	0	329	83	77	0	0	0	0	0	0
7660.00	0	96	0	0	0	0	64	0	0	277	83	77	0	0	0	0	0	0
7673.52	0	63	0	0	0	0	42	0	0	170	56	52	0	0	0	0	0	0
7680.00	0	30	0	0	0	0	20	0	0	80	27	25	0	0	0	0	0	0
7700.00	0	93	0	0	0	0	62	0	0	236	83	77	0	0	0	0	0	0
7720.00	0	91	0	0	0	0	61	0	0	204	83	77	0	0	0	0	0	0
7733.52	0	61	0	0	0	0	40	0	0	120	56	52	0	0	0	0	0	0
7740.00	0	29	0	0	0	0	19	0	0	57	27	25	0	0	0	0	0	0
7760.00	0	89	0	0	0	0	59	0	0	164	83	77	0	0	0	0	0	0
7780.00	0	88	0	0	0	0	58	0	0	146	82	77	0	0	0	0	0	0
7800.00	0	87	0	0	0	0	58	0	0	142	82	77	0	0	0	0	0	0
7820.00	0	88	0	0	0	0	59	0	0	154	82	77	0	0	0	0	0	0
7840.00	0	90	0	0	0	0	60	0	0	178	83	77	0	0	0	0	0	0
7860.00	0	90	0	0	0	0	60	0	0	180	83	77	0	0	0	0	0	0
7880.00	0	90	0	0	0	0	60	0	0	179	83	77	0	0	0	0	0	0
7900.00	0	92	0	0	0	0	61	0	0	203	83	77	0	0	0	0	0	0
7920.00	0	93	0	0	0	0	62	0	0	228	83	77	0	0	0	0	0	0
7940.00	0	94	0	0	0	0	63	0	0	260	83	77	0	0	0	0	0	0
7960.00	0	94	0	0	0	0	63	0	0	253	83	77	0	0	0	0	0	0
7980.00	0	93	0	0	0	0	62	0	0	229	83	77	0	0	0	0	0	0
8000.00	0	93	0	0	0	0	62	0	0	229	83	77	0	0	0	0	0	0
TOTAL	0	2803	0	0	0	0	1869	0	0	7247	2487	2310	0	0	0	0	0	0
T O T A L	D E	E S T A C I O N					7400.00	A	E S T A C I O N			8000.00						
	0	2803	0	0	0	0	1869	0	0	7247	2487	2310	0	0	0	0	0	0
MAT "A"	0	MAT "B"					MAT "C"	0										
8020.00	0	94	0	0	0	0	63	0	0	255	83	77	0	0	0	0	0	0
8040.00	0	98	0	0	0	0	65	0	0	308	83	77	0	0	0	0	0	0
8060.00	0	99	0	0	0	0	66	0	0	345	83	77	0	0	0	0	0	0
8080.00	0	100	0	0	0	0	67	0	0	357	83	77	0	0	0	0	0	0
8100.00	0	100	0	0	0	0	67	0	0	343	83	77	0	0	0	0	0	0
8120.00	0	101	0	0	0	0	67	0	0	348	83	77	0	0	0	0	0	0
8140.00	0	99	0	0	0	0	66	0	0	335	83	77	0	0	0	0	0	0
8160.00	0	97	0	0	0	0	65	0	0	305	83	77	0	0	0	0	0	0
8180.00	0	97	0	0	0	0	65	0	0	292	83	77	0	0	0	0	0	0
8200.00	0	96	0	0	0	0	64	0	0	279	83	77	0	0	0	0	0	0
8220.00	0	94	0	0	0	0	63	0	0	254	83	77	0	0	0	0	0	0
8240.00	0	91	0	0	0	0	61	0	0	200	83	77	0	0	0	0	0	0
8260.00	0	88	0	0	0	0	58	0	0	145	83	77	0	0	0	0	0	0
8280.00	0	86	0	0	0	0	57	0	0	116	83	77	0	0	0	0	0	0
8300.00	0	85	0	0	0	0	55	0	0	97	83	77	0	0	0	0	0	0
8320.00	0	85	0	0	0	0	54	0	0	70	84	78	0	0	0	0	0	0
8340.00	0	83	0	0	1	0	50	0	0	47	82	78	0	0	0	0	0	0
8360.00	0	81	0	0	2	0	43	0	0	24	81	77	0	0	0	0	0	0
8380.00	0	82	0	0	1	0	47	0	0	32	81	77	0	0	0	0	0	0
8400.00	0	84	0	0	0	0	54	0	0	57	83	78	0	0	0	0	0	0
8420.00	0	85	0	0	0	0	55	0	0	74	83	77	0	0	0	0	0	0
TOTAL	0	1925	0	0	4	0	1252	0	0	4283	1739	1620	0	0	0	0	0	0

V O L U M E N E S

No : 15

Libramiento Ferroviario Tehuantepec  
MATIAS ROMERO - SALINA CRUZ  
7+400 - 10+000.00  
UNICA  
MATIAS ROMERO

08-23-2007  
13:44:02

CADENAM.	DESPALME		C O R T			E COMP. T.N.	CoCaCo		CPO. TERR	C A P A		RELLENO A		EX-AC-TE-CO		
	CORT.	TERR.	E-2	E-3	CAJA		95%	100%		SBY.	SUB.	95%	100%	95%	100%	
8440.00	0	85	0	0	0	56	0	0	100	82	77	0	0	0	0	
8460.00	0	89	0	0	0	58	0	0	164	82	77	0	0	0	0	
8480.00	0	90	0	0	0	60	0	0	189	83	77	0	0	0	0	
8500.00	0	90	0	0	0	60	0	0	187	83	77	0	0	0	0	
8520.00	0	92	0	0	0	61	0	0	210	83	77	0	0	0	0	
8540.00	0	91	0	0	0	61	0	0	200	83	77	0	0	0	0	
8560.00	0	90	0	0	0	60	0	0	180	83	77	0	0	0	0	
8580.00	0	88	0	0	0	59	0	0	162	82	77	0	0	0	0	
8600.00	0	87	0	0	0	57	0	0	122	83	77	0	0	0	0	
8620.00	0	86	0	0	0	56	0	0	108	83	77	0	0	0	0	
8640.00	0	86	0	0	0	56	0	0	98	83	77	0	0	0	0	
8660.00	0	85	0	0	0	56	0	0	90	83	77	0	0	0	0	
8680.00	0	86	0	0	0	56	0	0	98	83	77	0	0	0	0	
8700.00	0	85	0	0	0	55	0	0	81	83	77	0	0	0	0	
8720.00	0	84	0	0	0	54	0	0	57	83	78	0	0	0	0	
8740.00	0	84	0	0	0	54	0	0	44	83	78	0	0	0	0	
8760.00	0	83	0	0	0	51	0	0	36	82	78	0	0	0	0	
8780.00	0	81	0	0	1	47	0	0	29	81	78	0	0	0	0	
8800.00	0	81	0	0	1	46	0	0	30	81	77	0	0	0	0	
8820.00	0	82	0	0	1	49	0	0	27	81	78	0	0	0	0	
8840.00	0	83	0	0	0	53	0	0	27	82	78	0	0	0	0	
8860.00	0	84	0	0	0	53	0	0	50	83	78	0	0	0	0	
8880.00	0	87	0	0	0	56	0	0	116	83	77	0	0	0	0	
8900.00	0	88	0	0	0	58	0	0	144	82	77	0	0	0	0	
8920.00	0	88	0	0	0	58	0	0	193	82	77	0	0	0	0	
8940.00	0	89	0	0	0	60	0	0	297	83	77	0	0	0	0	
8960.00	0	91	0	0	0	60	0	0	280	83	77	0	0	0	0	
8980.00	0	95	0	0	0	63	0	0	220	83	77	0	0	0	0	
9000.00	0	92	0	0	0	60	0	0	159	83	77	0	0	0	0	
TOTAL	0	2522	0	0	3	1633	0	0	3698	2394	2240	0	0	0	0	
T O T A L	D E	E S T A C I O N					8000.00	A	E S T A C I O N			9000.00				
MAT "A"	0	4447	0	0	7	2885	0	0	7981	4133	3860	0	0	0	0	
	0	MAT "B"	0	0	MAT "C"	0	0									
9020.00	0	85	0	0	0	54	0	0	90	83	77	0	0	0	0	
9040.00	0	84	0	0	0	54	0	0	67	83	78	0	0	0	0	
9060.00	0	83	0	0	0	54	0	0	53	83	78	0	0	0	0	
9080.00	0	83	0	0	0	54	0	0	46	82	78	0	0	0	0	
9100.00	0	82	0	0	0	51	0	0	38	82	78	0	0	0	0	
9120.00	0	82	0	0	0	51	0	0	36	82	78	0	0	0	0	
9140.00	0	83	0	0	0	54	0	0	56	83	78	0	0	0	0	
9160.00	0	85	0	0	0	54	0	0	73	83	78	0	0	0	0	
9180.00	0	85	0	0	0	54	0	0	85	83	77	0	0	0	0	
9200.00	0	85	0	0	0	54	0	0	87	83	77	0	0	0	0	
9220.00	0	83	0	0	0	54	0	0	64	82	77	0	0	0	0	
9240.00	0	81	0	0	3	43	0	0	27	80	77	0	0	0	0	
9260.00	5	74	0	0	27	16	0	0	4	78	77	0	0	0	0	
9280.00	29	49	0	0	69	0	0	0	0	78	77	0	0	0	0	
9300.00	56	22	0	0	90	0	0	0	0	78	77	0	0	0	0	
9320.00	75	8	70	0	62	0	0	0	0	47	47	31	29	0	0	
9340.00	48	35	70	0	45	0	0	0	0	47	47	31	29	0	0	
9360.00	4	73	0	0	50	0	0	0	0	77	76	0	0	0	0	
9380.00	14	65	0	0	41	15	0	0	14	79	77	0	0	0	0	
9400.00	14	68	0	0	19	42	0	0	31	82	78	0	0	0	0	
9420.00	0	83	0	0	0	54	0	0	44	82	78	0	0	0	0	
9434.70	0	62	0	0	0	40	0	0	47	61	57	0	0	0	0	
9440.00	0	23	0	0	0	14	0	0	22	22	21	0	0	0	0	
9460.00	0	89	0	0	0	58	0	0	158	83	77	0	0	0	0	
9480.00	0	95	0	0	0	63	0	0	255	83	77	0	0	0	0	
TOTAL	245	1747	140	0	406	933	0	0	1297	1886	1797	62	58	0	0	

MATIAS ROMERO - SALINA CRUZ  
 7+400 - 10+000.00  
 UNICA  
 MATIAS ROMERO

CM100596  
 08-23-2007  
 13:44:02

CADENAM.	DESPALME CORT.	TERR.	C E-2	O E-3	R CAJA	T CAJA	E T.N.	COMP.		CoCaCo 95%	100%	CPO. TERR	C A P A		RELLENO A		EX-AC-TE-CO	
								95%	100%				SBY.	SUB.	95%	100%	95%	100%
9500.00	0	98	0	0	0	0	65	0	0	318	83	77	0	0	0	0	0	0
9520.00	0	102	0	0	0	0	68	0	0	388	83	77	0	0	0	0	0	0
9540.00	0	106	0	0	0	0	71	0	0	459	83	77	0	0	0	0	0	0
9554.70	0	80	0	0	0	0	53	0	0	372	61	57	0	0	0	0	0	0
9560.00	0	29	0	0	0	0	19	0	0	141	22	21	0	0	0	0	0	0
9580.00	0	112	0	0	0	0	75	0	0	572	83	77	0	0	0	0	0	0
9600.00	0	112	0	0	0	0	75	0	0	583	83	77	0	0	0	0	0	0
9620.00	0	109	0	0	0	0	73	0	0	522	83	77	0	0	0	0	0	0
9640.00	0	102	0	0	0	0	68	0	0	384	83	77	0	0	0	0	0	0
9660.00	0	92	0	0	0	0	61	0	0	216	83	77	0	0	0	0	0	0
9680.00	0	86	0	0	0	0	57	0	0	109	82	77	0	0	0	0	0	0
9700.00	0	83	0	0	1	50	0	0	0	48	82	77	0	0	0	0	0	0
9720.00	0	80	0	0	5	36	0	0	0	13	80	77	0	0	0	0	0	0
9740.00	0	78	0	0	21	13	0	0	0	2	78	77	0	0	0	0	0	0
9760.00	0	78	0	0	23	0	0	0	0	0	78	77	0	0	0	0	0	0
9780.00	0	80	0	0	6	25	0	0	0	8	80	77	0	0	0	0	0	0
9800.00	0	82	0	0	0	52	0	0	0	29	82	78	0	0	0	0	0	0
9818.73	0	78	0	0	0	50	0	0	0	46	78	73	0	0	0	0	0	0
9820.00	0	5	0	0	0	3	0	0	0	3	5	5	0	0	0	0	0	0
9840.00	0	85	0	0	0	54	0	0	0	65	83	78	0	0	0	0	0	0
9860.00	0	86	0	0	0	56	0	0	0	101	83	77	0	0	0	0	0	0
9880.00	0	88	0	0	0	59	0	0	0	151	82	77	0	0	0	0	0	0
9900.00	0	91	0	0	0	60	0	0	0	184	83	77	0	0	0	0	0	0
9920.00	0	91	0	0	0	61	0	0	0	199	83	77	0	0	0	0	0	0
9938.73	0	86	0	0	0	57	0	0	0	199	78	72	0	0	0	0	0	0
9940.00	0	6	0	0	0	4	0	0	0	14	5	5	0	0	0	0	0	0
9960.00	0	94	0	0	0	62	0	0	0	238	83	77	0	0	0	0	0	0
9980.00	0	95	0	0	0	63	0	0	0	255	83	77	0	0	0	0	0	0
10000.00	44	47	19	0	51	32	0	0	0	128	72	69	9	7	0	0	0	0
-----																		
T O T A L	D E S T A C I O N						9000.00	A E S T A C I O N					10000.00					
MAT "A"	289	4108	159	0	513	2355	0	0	7044	4013	3795	71	65	0	0	0	0	0
	127	MAT "B"		32	MAT "C"		0											
-----																		
TOTALES	289	11358	159	0	520	7109	0	0	22272	10633	9965	71	65	0	0	0	0	0
MAT "A"	127	MAT "B"		32	MAT "C"		0											
-----																		

0 0 1.81

MATIAS ROMERO - SALINA CRUZ  
 0+000 - 15+019.79  
 UNICA  
 MATIAS ROMERO

CM1005LC

10-29-2007  
 12:38:59

CADENAM.	DESPALME CORT.	TERR.	C E-2	O E-3	R CAJA	T E	COMP. T.N.	CoCaCo 95%	100%	CPO. TERR	C SBY.	A SUB.	P SUB.	RELLENO 95%	A 100%	EX-AC-TE-CO 95%	100%
12600.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12620.00	5	79	0	0	30	30	0	0	100	80	77	0	0	0	0	0	0
12640.00	0	91	0	0	0	61	0	0	207	83	77	0	0	0	0	0	0
12660.00	0	92	0	0	0	61	0	0	217	83	77	0	0	0	0	0	0
12680.00	0	92	0	0	0	61	0	0	211	83	77	0	0	0	0	0	0
12700.00	0	92	0	0	0	62	0	0	224	83	77	0	0	0	0	0	0
12720.00	0	93	0	0	0	62	0	0	241	83	77	0	0	0	0	0	0
12740.00	0	93	0	0	0	62	0	0	232	83	77	0	0	0	0	0	0
12760.00	0	94	0	0	0	63	0	0	250	83	77	0	0	0	0	0	0
12780.00	0	96	0	0	0	64	0	0	295	83	77	0	0	0	0	0	0
12800.00	0	99	0	0	0	66	0	0	340	83	77	0	0	0	0	0	0
12820.00	0	101	0	0	0	67	0	0	383	83	77	0	0	0	0	0	0
12840.00	0	102	0	0	0	68	0	0	403	83	77	0	0	0	0	0	0
12860.00	0	104	0	0	0	70	0	0	432	83	77	0	0	0	0	0	0
12880.00	0	107	0	0	0	71	0	0	478	83	77	0	0	0	0	0	0
12900.00	0	108	0	0	0	72	0	0	501	83	77	0	0	0	0	0	0
12920.00	0	100	0	0	0	66	0	0	345	83	77	0	0	0	0	0	0
12940.00	0	100	0	0	0	67	0	0	372	83	77	0	0	0	0	0	0
12960.00	0	111	0	0	0	74	0	0	549	83	77	0	0	0	0	0	0
12980.00	0	110	0	0	0	73	0	0	523	83	77	0	0	0	0	0	0
13000.00	0	108	0	0	0	72	0	0	493	83	77	0	0	0	0	0	0
TOTAL	5	1972	0	0	30	1292	0	0	6796	1657	1540	0	0	0	0	0	0
T O T A L	D E	E S T A C I O N	12600.00				A	E S T A C I O N	13000.00								
MAT "A"	5	1972	0	0	30	1292	0	0	6796	1657	1540	0	0	0	0	0	0
	0	MAT "B"	0	0	MAT "C"	0											
13020.00	0	107	0	0	0	72	0	0	482	83	77	0	0	0	0	0	0
13040.00	0	107	0	0	0	71	0	0	472	83	77	0	0	0	0	0	0
13060.00	0	104	0	0	0	69	0	0	430	83	77	0	0	0	0	0	0
13080.00	0	102	0	0	0	68	0	0	390	83	77	0	0	0	0	0	0
13100.00	0	101	0	0	0	67	0	0	368	83	77	0	0	0	0	0	0
13120.00	0	99	0	0	0	66	0	0	334	83	77	0	0	0	0	0	0
13140.00	0	96	0	0	0	64	0	0	277	83	77	0	0	0	0	0	0
13160.00	0	94	0	0	0	63	0	0	244	83	77	0	0	0	0	0	0
13180.00	0	94	0	0	0	63	0	0	258	83	77	0	0	0	0	0	0
13200.00	0	95	0	0	0	63	0	0	277	83	77	0	0	0	0	0	0
13220.00	0	97	0	0	0	65	0	0	306	83	77	0	0	0	0	0	0
13240.00	0	97	0	0	0	65	0	0	313	83	77	0	0	0	0	0	0
13260.00	0	95	0	0	0	63	0	0	269	83	77	0	0	0	0	0	0
13280.00	0	93	0	0	0	62	0	0	237	83	77	0	0	0	0	0	0
13300.00	0	91	0	0	0	61	0	0	208	83	77	0	0	0	0	0	0
13320.00	0	89	0	0	0	59	0	0	173	83	77	0	0	0	0	0	0
13340.00	0	89	0	0	0	59	0	0	167	83	77	0	0	0	0	0	0
13360.00	0	89	0	0	0	60	0	0	172	83	77	0	0	0	0	0	0
13380.00	39	45	0	0	53	30	0	0	85	80	77	0	0	0	0	0	0
13400.00	39	45	0	0	53	30	0	0	92	80	77	0	0	0	0	0	0
13420.00	0	90	0	0	0	60	0	0	181	83	77	0	0	0	0	0	0
13440.00	0	90	0	0	0	60	0	0	183	83	77	0	0	0	0	0	0
13460.00	0	93	0	0	0	62	0	0	222	83	77	0	0	0	0	0	0
13480.00	0	95	0	0	0	63	0	0	242	83	77	0	0	0	0	0	0
13500.00	0	93	0	0	0	62	0	0	227	83	77	0	0	0	0	0	0
13520.00	0	94	0	0	0	63	0	0	262	83	77	0	0	0	0	0	0
13540.00	0	95	0	0	0	63	0	0	290	83	77	0	0	0	0	0	0
13560.00	0	91	0	0	0	60	0	0	203	83	77	0	0	0	0	0	0
13580.00	0	87	0	0	0	57	0	0	121	83	77	0	0	0	0	0	0
13600.00	0	86	0	0	0	56	0	0	108	83	77	0	0	0	0	0	0
13620.00	0	86	0	0	0	56	0	0	97	83	77	0	0	0	0	0	0
13640.00	0	86	0	0	0	56	0	0	112	83	77	0	0	0	0	0	0
13660.00	0	86	0	0	0	56	0	0	116	83	77	0	0	0	0	0	0
TOTAL	78	3001	0	0	106	1994	0	0	7918	2733	2541	0	0	0	0	0	0



MATIAS ROMERO - SALINA CRUZ  
 0+000 - 15+019.79  
 UNICA  
 MATIAS ROMERO

CM1005LC  
 10-29-2007  
 12:39:00

CADENAM.	DESPALME CORT.	C TERR.	O E-2	R E-3	T CAJA	E CAJA	COMP. T.N.	CoCaCo 95%	100%	CPO. TERR	C SEY.	A SUB.	P SUB.	RELLENO 95%	A 100%	EX-AC-TE-CO 95%	100%	
13680.00	0	86	0	0	0	0	57	0	0	114	83	77	0	0	0	0	0	
13700.00	0	86	0	0	0	0	58	0	0	121	82	77	0	0	0	0	0	
13720.00	0	83	0	0	0	3	45	0	0	61	81	77	0	0	0	0	0	
13740.00	0	82	0	0	0	3	44	0	0	54	81	77	0	0	0	0	0	
13760.00	0	85	0	0	0	0	55	0	0	92	83	77	0	0	0	0	0	
13780.00	0	86	0	0	0	0	54	0	0	81	84	78	0	0	0	0	0	
13800.00	0	86	0	0	0	0	55	0	0	85	83	77	0	0	0	0	0	
13820.00	0	84	0	0	0	0	55	0	0	65	83	77	0	0	0	0	0	
13840.00	0	83	0	0	0	0	54	0	0	51	83	78	0	0	0	0	0	
13860.00	0	85	0	0	0	0	54	0	0	67	83	78	0	0	0	0	0	
13880.00	0	83	0	0	0	2	48	0	0	86	82	77	0	0	0	0	0	
13900.00	0	83	0	0	0	2	49	0	0	107	81	77	0	0	0	0	0	
13920.00	0	86	0	0	0	0	56	0	0	102	83	77	0	0	0	0	0	
13940.00	0	87	0	0	0	0	56	0	0	114	83	77	0	0	0	0	0	
13960.00	0	88	0	0	0	0	58	0	0	147	83	77	0	0	0	0	0	
13980.00	0	89	0	0	0	0	59	0	0	171	83	77	0	0	0	0	0	
14000.00	0	91	0	0	0	0	60	0	0	202	83	77	0	0	0	0	0	
TOTAL	0	1453	0	0	0	10	917	0	0	1720	1404	1312	0	0	0	0	0	
T O T A L	D E	E S T A C I O N	13000.00					A	E S T A C I O N	14000.00								
MAT "A"	78	4454	0	0	0	116	2911	0	0	9638	4137	3853	0	0	0	0	0	
	0	MAT "B"	0	0	0	MAT "C"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14020.00	0	92	0	0	0	0	61	0	0	231	83	77	0	0	0	0	0	
14040.00	0	98	0	0	0	0	65	0	0	311	83	77	0	0	0	0	0	
14060.00	0	102	0	0	0	0	68	0	0	352	83	77	0	0	0	0	0	
14080.00	0	100	0	0	0	0	66	0	0	326	83	77	0	0	0	0	0	
14100.00	0	94	0	0	0	0	63	0	0	265	83	77	0	0	0	0	0	
14120.00	0	94	0	0	0	0	63	0	0	268	83	77	0	0	0	0	0	
14140.00	0	100	0	0	0	0	66	0	0	337	83	77	0	0	0	0	0	
14160.00	0	100	0	0	0	0	67	0	0	341	83	77	0	0	0	0	0	
14180.00	0	99	0	0	0	0	66	0	0	329	83	77	0	0	0	0	0	
14200.00	0	96	0	0	0	0	64	0	0	298	83	77	0	0	0	0	0	
14220.00	0	94	0	0	0	0	62	0	0	256	83	77	0	0	0	0	0	
14240.00	0	91	0	0	0	0	61	0	0	213	83	77	0	0	0	0	0	
14260.00	0	90	0	0	0	0	60	0	0	199	83	77	0	0	0	0	0	
14280.00	8	76	0	0	0	36	30	0	0	101	80	77	0	0	0	0	0	
14300.00	8	77	0	0	0	36	30	0	0	112	81	77	0	0	0	0	0	
14320.00	0	91	0	0	0	0	61	0	0	221	83	77	0	0	0	0	0	
14340.00	0	92	0	0	0	0	61	0	0	221	83	77	0	0	0	0	0	
14360.00	0	92	0	0	0	0	61	0	0	218	83	77	0	0	0	0	0	
14380.00	0	92	0	0	0	0	62	0	0	199	83	77	0	0	0	0	0	
14400.00	0	92	0	0	0	0	61	0	0	190	83	77	0	0	0	0	0	
14420.00	0	91	0	0	0	0	61	0	0	208	83	77	0	0	0	0	0	
14440.00	0	92	0	0	0	0	61	0	0	220	83	77	0	0	0	0	0	
14460.00	0	91	0	0	0	0	61	0	0	209	83	77	0	0	0	0	0	
14480.00	0	93	0	0	0	0	62	0	0	229	83	77	0	0	0	0	0	
14498.82	31	51	0	0	0	43	30	0	0	121	76	73	0	0	0	0	0	
14500.00	2	3	0	0	0	3	2	0	0	5	5	5	0	0	0	0	0	
14520.00	0	88	0	0	0	0	59	0	0	159	82	77	0	0	0	0	0	
14540.00	0	88	0	0	0	0	59	0	0	147	82	77	0	0	0	0	0	
14560.00	0	88	0	0	0	0	58	0	0	141	83	77	0	0	0	0	0	
14580.00	0	87	0	0	0	0	56	0	0	117	83	77	0	0	0	0	0	
14600.00	0	85	0	0	0	0	55	0	0	89	83	77	0	0	0	0	0	
14618.82	0	79	0	0	0	0	51	0	0	59	78	73	0	0	0	0	0	
14620.00	0	5	0	0	0	0	3	0	0	3	5	5	0	0	0	0	0	
14640.00	0	84	0	0	0	0	53	0	0	84	82	77	0	0	0	0	0	
14660.00	0	88	0	0	0	0	58	0	0	157	82	77	0	0	0	0	0	
14680.00	0	92	0	0	0	0	61	0	0	209	83	77	0	0	0	0	0	
14700.00	0	92	0	0	0	0	61	0	0	220	83	77	0	0	0	0	0	
TOTAL	49	3159	0	0	0	118	2049	0	0	7365	2894	2697	0	0	0	0	0	

MATIAS ROMERO - SALINA CRUZ

CM1005LC

0+000 - 15+019.79

10-29-2007

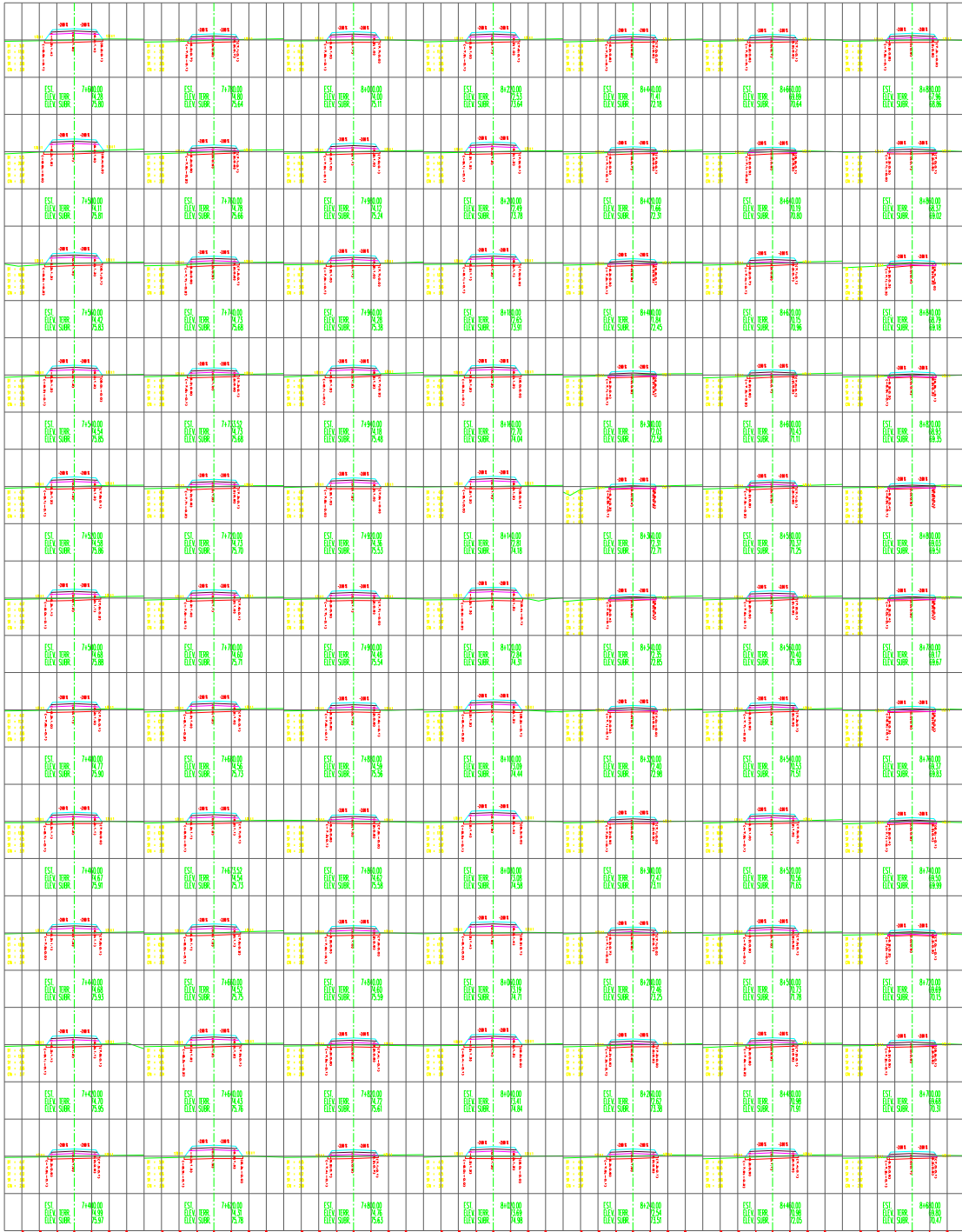
UNICA

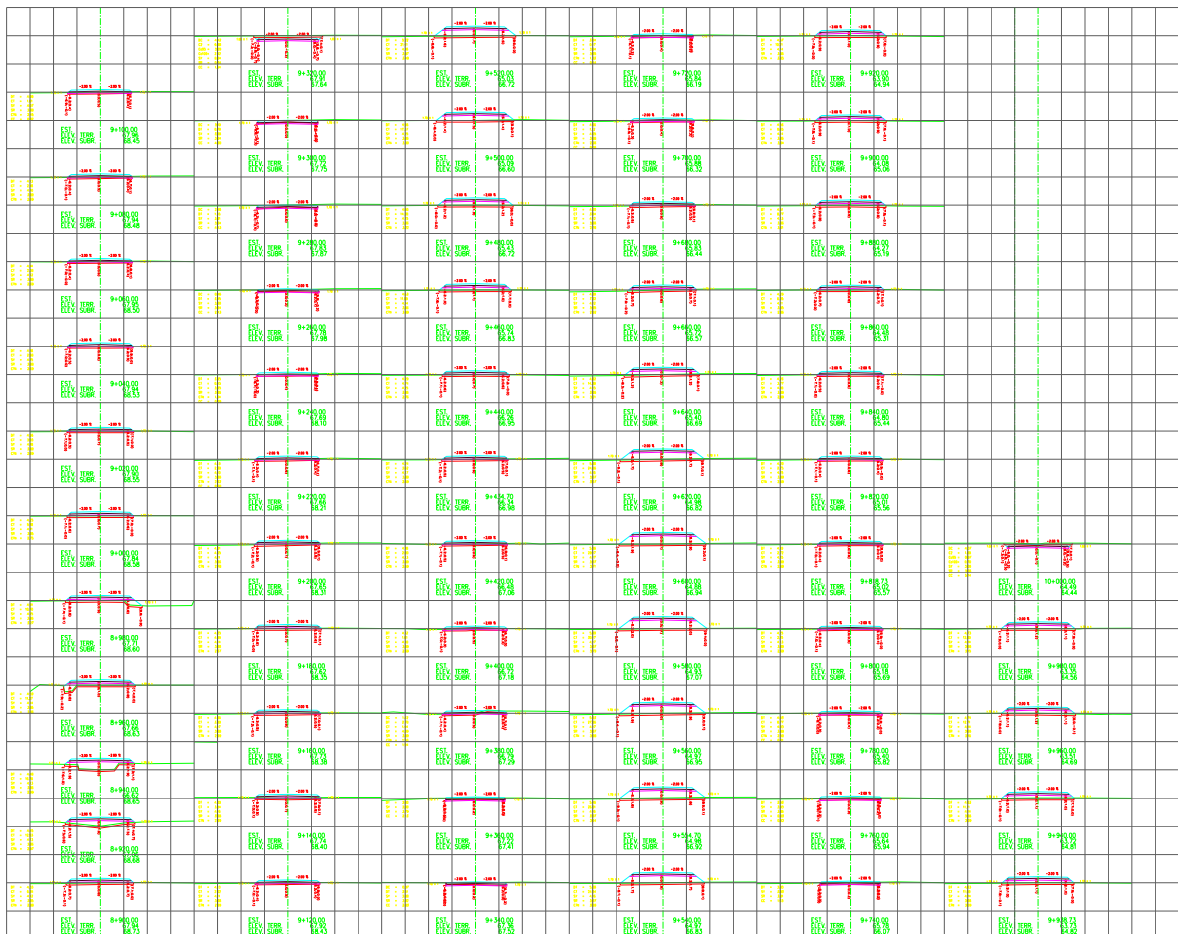
12:39:00

MATIAS ROMERO

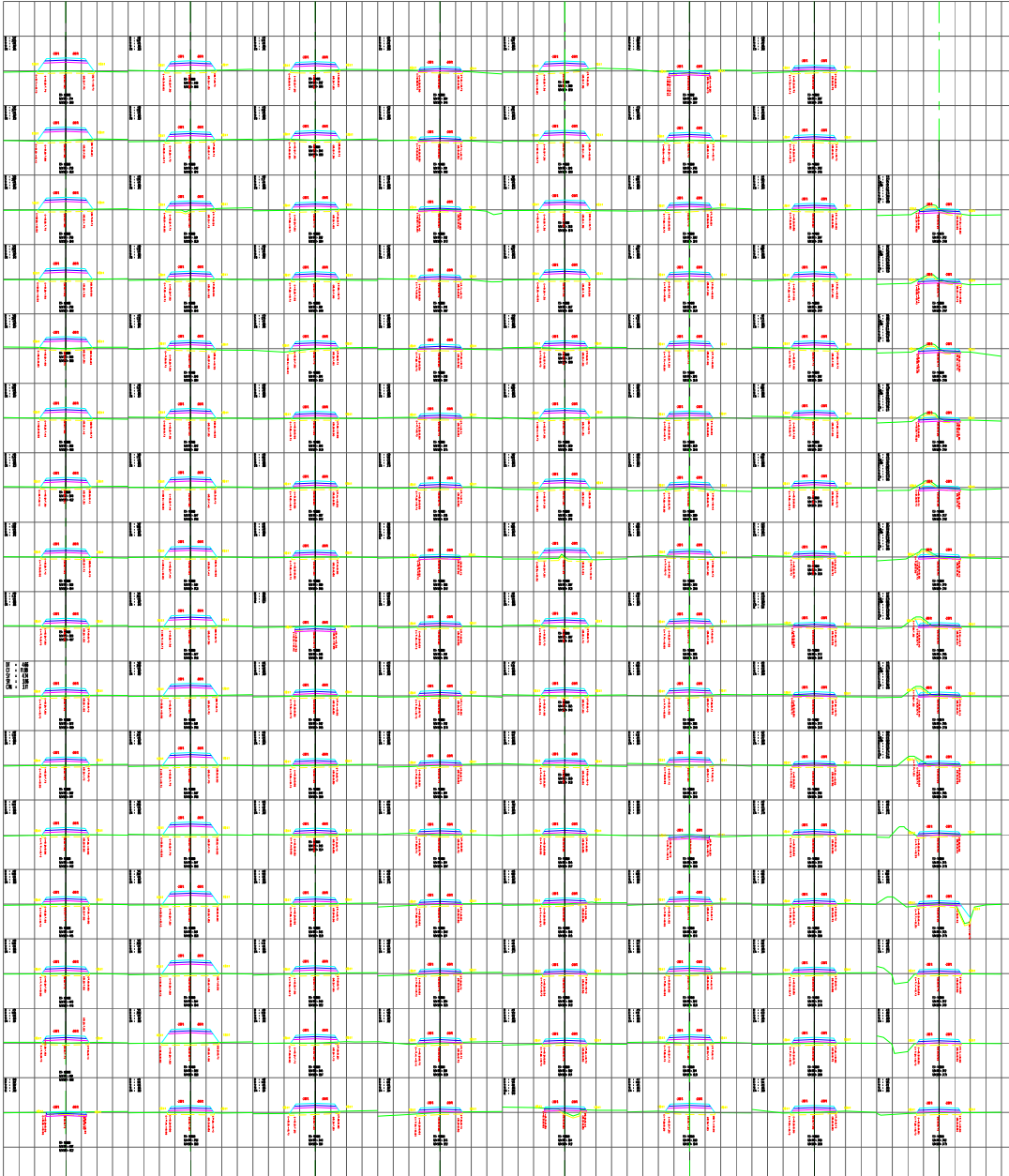
CADENAM.	DESPALME CORT.	C TERR.	O E-2	R E-3	T CAJA	E T.N.	COMP. T.N.	CoCaCo 95%	CoCaCo 100%	CPO. TERR	C SBY.	A SUB.	P 95%	A 100%	RELLENO 95%	A 100%	EX-AC-TE-CO 95%	EX-AC-TE-CO 100%
14720.00	0	92	0	0	0	62	0	0	221	83	77	0	0	0	0	0	0	0
14740.00	0	90	0	0	0	60	0	0	190	83	77	0	0	0	0	0	0	0
14760.00	0	89	0	0	0	59	0	0	154	83	77	0	0	0	0	0	0	0
14780.00	0	89	0	0	0	59	0	0	148	83	77	0	0	0	0	0	0	0
14800.00	0	88	0	0	0	58	0	0	139	82	77	0	0	0	0	0	0	0
14820.00	0	86	0	0	0	56	0	0	104	83	77	0	0	0	0	0	0	0
14840.00	0	94	0	0	0	60	0	0	132	83	77	0	0	0	0	0	0	0
14860.00	0	93	0	0	0	61	0	0	116	83	77	0	0	0	0	0	0	0
14880.00	9	77	7	0	6	49	0	0	41	80	76	2	1	0	0	0	0	0
14899.79	22	65	38	0	11	38	0	0	28	70	68	10	8	0	0	0	0	0
14900.00	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
14920.00	32	54	73	0	12	31	0	0	15	60	58	20	18	0	0	0	0	0
14940.00	37	46	90	0	17	14	0	0	2	52	50	28	26	0	0	0	0	0
14960.00	41	42	104	0	15	6	0	0	1	46	45	33	32	0	0	0	0	0
14980.00	41	39	104	0	13	14	0	0	2	44	43	34	33	0	0	0	0	0
15000.00	41	39	95	0	20	15	0	0	3	48	45	31	31	0	0	0	0	0
-----																		
TOTAL	223	1084	512	0	94	642	0	0	1296	1064	1002	158	149	0	0	0	0	0
-----																		
T O T A L	D E E S T A C I O N					14000.00				A E S T A C I O N					15000.00			
	272	4243	512	0	212	2691	0	0	8661	3958	3699	158	149	0	0	0	0	0
MAT "A"	205	MAT "B"		307	MAT "C"		0											
-----																		
15019.79	41	40	89	0	24	16	0	0	7	51	47	29	29	0	0	0	0	0
-----																		
T O T A L	D E E S T A C I O N					15000.00				A E S T A C I O N					15019.79			
	41	40	89	0	24	16	0	0	7	51	47	29	29	0	0	0	0	0
MAT "A"	36	MAT "B"		53	MAT "C"		0											
-----																		
TOTALES	396	10709	601	0	382	6910	0	0	25102	9803	9139	187	178	0	0	0	0	0
MAT "A"	240	MAT "B"		361	MAT "C"		0											
-----																		

# PLANO DE SECCIONES DEL KM 7+400 AL 10 +000 DE LIBRAMIENTO FERROVIARIO DE TEHUANTEPEC, OAXACA.





PLANO DE SECCIONES DEL KM 7+400 AL 10 +000 DE LIBRAMIENTO FERROVIARIO DE TEHUANTEPEC, OAXACA.



# PLANTA Y PERFIL

