



## **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra  
INGENIERÍA CIVIL**

### **SEMINARIO DE GRADUACION DE VIAS DE COMUNICACION**

#### **Tesina de Seminario**

*“Metodología para el Replanteo y Trazado del Proyecto Horizontal de la  
Vía: Tramos Cerecita – Tamarindo – La Bajada de Progreso”*

Presentada por:

**Paco Junior Alcoser Serrano  
Luis Alberto Soledispa Coronel  
José Oswaldo Palacios Ponce**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO CIVIL**

Guayaquil - Ecuador  
Año 2009

## ***DEDICATORIA***

El esfuerzo y dedicación que me han hecho acreedor a obtener este título, es dedicado a los responsables máximos del mismo, mis padres, gracias por todo.

*PACO A.*

A Dios por darme la vida y la fuerza para siempre seguir adelante, a mis queridos padres por apoyarme en todo momento, a mi abuelito Enrique (+) y mi tío Johnson (+).

*LUIS S.*

A mis padres que han sido siempre mi apoyo y me han permitido lograr este éxito, Y a mis hermanos que siempre están conmigo ayudándome alcanzar mis metas.

*OSWALDO P.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres: Paco Alcoser y Nancy Serrano; a mis amigos, compañeros de tesina, y a todas las personas que me han ayudado, por su inestimable iniciativa, apoyo moral y dotación de todos los recursos necesarios sin los que esta tesina no hubiera sido posible.

*PACO A.*

A Dios, mis padres, mis queridos hermanos, a mi enamorada, mis familiares, a todos mis amigos, a todas las personas que en su momento aportaron para el logro de este objetivo, ya que fueron un gran apoyo para la realización de este trabajo.

*LUIS S.*

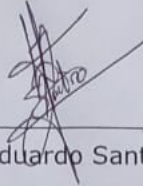
A Dios por las fuerzas que me dio para seguir adelante, a mis padres y hermanos que estuvieron siempre a mi lado, a mis familiares, amigos y compañeros, pues gracias a todos ellos fue posible la realización de esta tesina

*OSWALDO P.*

Un agradecimiento especial al Ing. Eduardo Santos, Director de Tesina, por sus consejos y conocimientos impartidos a lo largo de toda nuestra vida politécnica, y ser un gran guía para culminar exitosamente esta etapa.

*INTEGRANTES.*

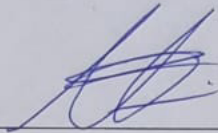
**TRIBUNAL DE GRADO**



---

Ing. Eduardo Santos B:

**DIRECTOR DE TESINA**



---

Ing. Ignacio Gómez de la Torre

**MIEMBRO TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

## DECLARACION EXPRESA

"La declaración del contenido de esta Tesina de Grado, nos corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

Paco Alcoser

Paco Junior Alcoser Serrano

Luis Soledispa C.

Luis Alberto Soledispa Coronel

Oswaldo Palacios P.

José Oswaldo Palacios Ponce

## RESUMEN

El desarrollo de la presente tesina presenta **La Metodología para el correcto Trazado y Replanteo del proyecto horizontal previo a la construcción de la Carretera Tramos Cerecita – Tamarindo – La Bajada de Progreso**, teniendo como objetivos principales los siguientes:

- Obtener la completa recopilación de datos proporcionados por los diseños viales de una carretera, y realizar la correcta interpretación de los datos adquiridos del proyecto Horizontal, para tener en claro toda la información y facilitar los trabajos que abarca un Trazado y Replanteo
- Tener en cuenta la importancia que representa el trazado y replanteo de una carretera antes de su construcción, ya que ésta actividad plasmará en el campo la información obtenida de los diseños del proyecto horizontal y vertical de la vía.
- Establecer la **METODOLOGÍA** a seguir para el **Trazado y Replanteo del proyecto horizontal previo a la construcción de la Carretera Tramos Cerecita – Tamarindo – La Bajada de Progreso**.
- Dejar preparado el terreno para el Trazado y Replanteo del Proyecto Vertical una vez realizado todos los trabajos del replanteo horizontal

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b>	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>II</b>
<b>TRIBUNAL DE GRADO</b>	<b>III</b>
<b>DECLARACION EXPRESA</b>	<b>IV</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>V</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE PLANOS</b>	<b>IX</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>X</b>

### **Capítulo I. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO**

<b>1.1</b> Justificación del Proyecto de la carretera	<b>1</b>
<b>1.2</b> Ubicación de la carretera	<b>2</b>
<b>1.3</b> Descripción del Sitio de Trazado y Replanteo	<b>5</b>

### **Capítulo II. RECOPIACION DE DATOS**

<b>2.1</b> Diseño horizontal	<b>6</b>
<b>2.2</b> Diseño vertical	<b>7</b>
<b>2.3</b> Especificaciones técnicas	<b>8</b>
<b>2.4</b> Cuadro de cantidades y Cronograma	<b>8</b>
<b>2.5</b> Memorias de calculo	<b>9</b>

## Capítulo III. TRAZADO Y REPLANTEO DE PROYECTO HORIZONTAL

<b>3.1</b>	Personal de trabajo, Equipo y Materiales	11
<b>3.2</b>	Punto inicial ( $P_O$ ) y Punto final ( $P_F$ )	16
<b>3.3</b>	Puntos de inflexión ( $P_I$ ), y ángulos de deflexión ( $\alpha$ )	19
<b>3.3.1</b>	Punto obligado de Tangente ( $P_{OT}$ )	24
<b>3.4</b>	Comprobaciones del eje de la carretera	
<b>3.4.1</b>	Comprobación de ángulos horizontales por medio de observaciones solares	25
<b>3.4.1.1</b>	Determinación del azimut de una línea por el método de observación solar.	26
<b>3.4.1.2</b>	Datos y Requisitos necesarios para la Observación Solar.	28
<b>3.4.1.3</b>	Procedimiento de campo.	28
<b>3.4.2</b>	Comprobación de distancias mediante arrastre de coordenadas	40
<b>3.5</b>	Punto de inicio de curva ( $P_C$ ), Punto de terminación de curva ( $P_T$ ).	45
<b>3.6</b>	Referencias de Puntos: Punto Inicial ( $P_O$ ), Punto Final ( $P_F$ ), Punto de inicio de curva ( $P_C$ ), Punto de terminación de curva ( $P_T$ ).	48
<b>3.7</b>	Replanteo de Curvas horizontales	50
<b>3.7.1</b>	Interpretación y Comprobación de Libreta de Curvas Horizontales	51
<b>3.7.1.1</b>	Longitud de Curva ( $L_C$ )	52
<b>3.7.1.2</b>	Angulo de Deflexión ( $\alpha$ )	53
<b>3.7.2</b>	Replanteo de Puntos de Curvas Horizontales.	53
<b>3.7.2.1</b>	Punto Obligado de Curva ( $P_{OC}$ )	59
<b>3.7.3</b>	Ajuste de las Curvas	62
<b>3.7.4</b>	Abcisa del eje de la Vía.	62



<b>3.8</b>	Replanteo de Sección Típica de la Vía	63
<b>3.8.1</b>	Calculo de Ancho o Franja de Desbroce	63
<b>3.8.2</b>	Colocación de estacas laterales para Limpieza y Desbroce del Eje de la Vía	66
<b>3.9</b>	Cuadro de cantidades y precios	67

## **Capítulo IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

<b>4.1</b>	Conclusiones	71
<b>4.2</b>	Recomendaciones	72

## **BIBLIOGRAFIA**

## **ANEXOS**

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1.1:	Ubicación Geográfica Cerecita	2
Figura 1.2:	Ubicación Geográfica Tamarindo	3
Figura 1.3:	Ubicación Geográfica La Bajada de Progreso	3
Figura 1.4:	Límites del Área del proyecto y ubicación de carretera	4
Figura 3.1:	Ingeniero Residente	12
Figura 3.2:	Topógrafo	12

Figura 3.3: Cadeneros	13
Figura 3.4: Macheteros	13
Figura 3.5: Estación Total	14
Figura 3.6: Teodolito	14
Figura 3.7: Miras	14
Figura 3.8: Prisma	14
Figura 3.9: Cintas	15
Figura 3.10: Jalones	15
Figura 3.11: Ángulos que intervienen en una observación Solar	25
Figura 3.12: Formas de Visualización al Sol	30
Figura 3.13: Elementos de una Curva Horizontal	50
Figura 3.14: Replanteo de una Curva Horizontal	54
Figura 3.15: Sección Típica de Pavimento Flexible	63

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1:	Rubros de replanteo	11
Tabla 3.2:	Datos para replanteo	17
Tabla 3.3:	Resumen de Datos de PI y $\alpha$	21
Tabla 3.4:	Libreta de campo de observación solar	29
Tabla 3.5:	Arrastre de coordenadas de IGM 1 a PI 0	42
Tabla 3.6:	Arrastre de coordenadas de IGM 2 a PI 12	44
Tabla 3.7:	Arrastre de coordenadas de PI 0 a PI 12	45
Tabla 3.8:	Datos de Curva 5	47
Tabla 3.9:	Cartilla de Curva Horizontal # 6	52
Tabla 3.10:	Cartilla de Curva Horizontal # 1	55
Tabla 3.11:	Cartilla de Curva Horizontal # 2	57
Tabla 3.12:	Cartilla de Curva Horizontal # 5 con POC	60
Tabla 3.13:	Cuadro de cantidades y precios de Trazado y Replanteo	67
Tabla 3.14:	APU: Replanteo del eje de la carretera	68
Tabla 3.15:	APU: Replanteo de curvas horizontales	69
Tabla 3.16:	APU: Ubicación de referencias	70

## ÍNDICE DE GRAFICOS

Grafico 3.1: Vista en planta del Po	18
Grafico 3.2: Vista en planta del P <sub>F</sub>	19
Grafico 3.3: Puntos de Inflexión (PI) y Ángulos de Deflexión ( $\alpha$ ).	19
Grafico 3.4: Detalle de Angulo Inicial de Replanteo	22
Grafico 3.5: Detalle de Pica o Trocha	23
Grafico 3.6: Detalle de Medición de Distancias entre PI y Angulo de Deflexión	24
Grafico 3.7: Ángulos que intervienen en una Observación Solar	27
Grafico 3.8: Grafico de Observación Solar terminada	36
Grafico 3.9: Suma y resta de Ángulos de deflexión Y complementarios.	37
Grafico 3.10: Traslado de Angulo Azimutal a puntos de inflexión	38
Grafico 3.11: Angulo de Llegada con 0°0'40" de error.	39
Grafico 3.12: Arrastre de coordenadas de IGM 1 a PI 0	41
Grafico 3.13: Arrastre de coordenadas de IGM 2 a PI 12	43
Grafico 3.14: Vista en planta del PI – 5	47
Grafico 3.15: Vista de Referencias en el PI – 5	49
Grafico 3.16: Alzado de referencias de PC o PT	49
Grafico 3.17: Replanteo de Curva Horizontal # 1 (Derecha)	56

Grafico 3.18: Replanteo de Curva Horizontal # 2 (Izquierda)	58
Grafico 3.19: Replanteo de Curva Horizontal # 5 usando un $P_{OC}$	61
Grafico 3.20: Ancho o franja de desbroce	65
Grafico 3.21: Estacado lateral para limpieza y desbroce	66

## INTRODUCCION

A lo largo de nuestra formación profesional, hemos estudiado en detalle las tres etapas que preceden a la realización de un **proyecto de carreteras**. Son éstas, el estudio de rutas, el estudio del trazado y la ejecución del anteproyecto. Completadas estas tres etapas del trabajo, corresponde ahora realizar el llamado proyecto de la carretera. Como tal, se entiende el proceso de localización del eje de la vía, su replanteo en el terreno y referenciación, geometrización, análisis paisajístico del trazado y de sus áreas adyacentes, establecimiento de los sistemas de drenaje, estimación de las cantidades de obra a ejecutar y redacción de los informes y memorias que deben acompañar a los planos.

En esta tesina de grado, vamos a recalcar toda la metodología que debemos utilizar para **replantear el proyecto horizontal** de una vía, **“Metodología para el Replanteo y Trazado del Proyecto Horizontal de la Vía: Tramos Cerecita – Tamarindo – La Bajada de Progreso”**.

El replanteo topográfico corresponde al conjunto de operaciones destinadas a señalar en terreno la ubicación de obras de ingeniería, cuyas características físicas están contenidas en los planos del proyecto. La estructura básica de una obra vial queda definida por él o los ejes de proyecto, cuya proyección en planta está constituida por un conjunto de alineaciones rectas enlazadas por curvas circulares o curvas de radio variable con el desarrollo.

Se analizara al detalle cada paso a seguir en el replanteo del proyecto horizontal, el cual incluye Eje de la Vía, curvas horizontales y sección típica de la vía, con el objetivo principal de dejar listo el terreno para los siguientes trabajos.

## **CAPÍTULO I.**

### **1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO**

#### **1.1 Justificación del proyecto de la carretera**

El Honorable Consejo Provincial de Guayas, ha encaminado su esfuerzo para mejorar las condiciones de vida de los habitantes de esta provincia. Por lo que esta Institución ha elaborado varios proyectos viales en distintas zonas de la provincia para satisfacer las necesidades sociales, económicas, comerciales, y agrícolas de los habitantes, además dar mejor acceso vial para la comunicación entre poblaciones. Esta parroquia se encuentra a 65 kilómetros al Oeste de la ciudad de Guayaquil, donde la mayoría de sus habitantes viven de la agricultura y la ganadería. Por este motivo se realizó el diseño vial que enlaza los recintos “**Tamarindo**”, “**La Bajada de Progreso**” con la vía Interurbana Guayaquil – Salinas (Cerecita). En vista de que ya esta hecho el diseño vial, tenemos como objetivo principal, proporcionar la metodología adecuada para el trabajo de Trazado y

Replanteo del Proyecto Horizontal de dicho proyecto. Además de dar la pauta para los trabajos previos para la construcción de la carretera que se ha diseñado.

## 1.2 Ubicación de la carretera

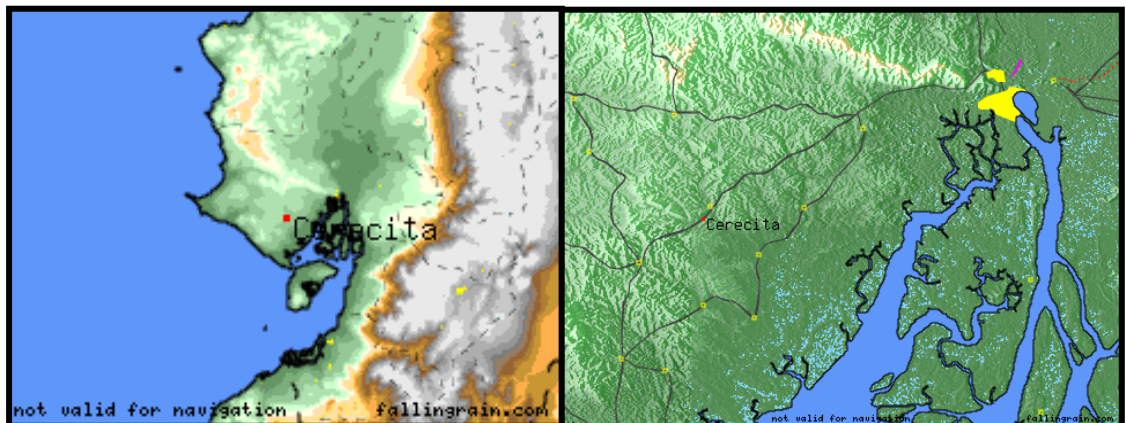
Los Recintos “Tamarindo” y “La Bajada de Progreso” pertenecen a la parroquia rural Juan Gómez Rendón (Progreso) del cantón Guayaquil, provincia del Guayas.

Los tramos del proyecto se encuentran ubicados entre las siguientes coordenadas geográficas:

### Vía Interurbana Guayaquil – Salinas (Cerecita, Km 52):

Coordenadas (DMS): Latitud 2° 21'0" S; Longitud 80°16'60" O

Coordenadas (UTM): X= 581403; Y= 9741776 Z= 31.991



**FIGURA 1.1:** Ubicación Geográfica Cerecita

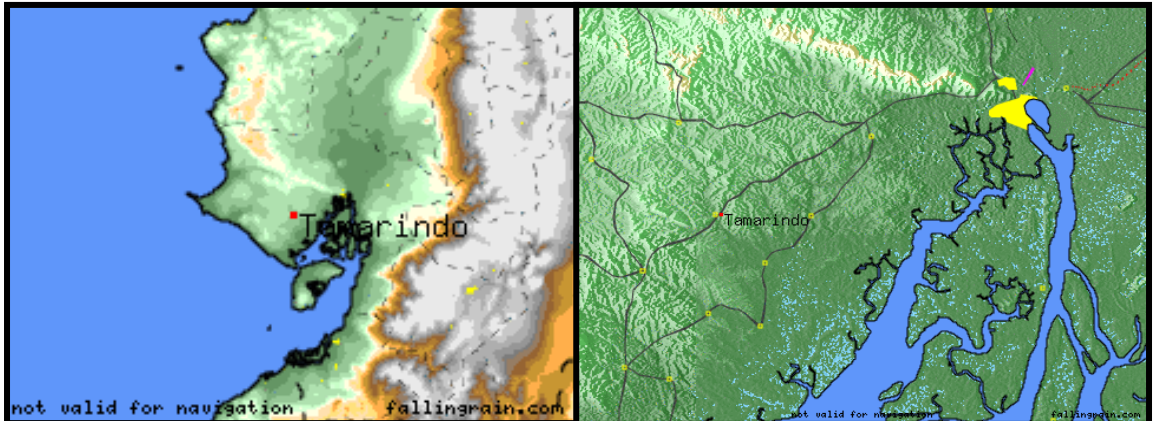
Fuente: Presentation Copyright © Falling Rain Genomics, Inc. 1996-2004

### Recinto Tamarindo:

Coordenadas (DMS): Latitud 2° 19'60" S; Longitud 80°16'0" O

Coordenadas (UTM): X= 582090; Y= 9740847 Z= 32.075



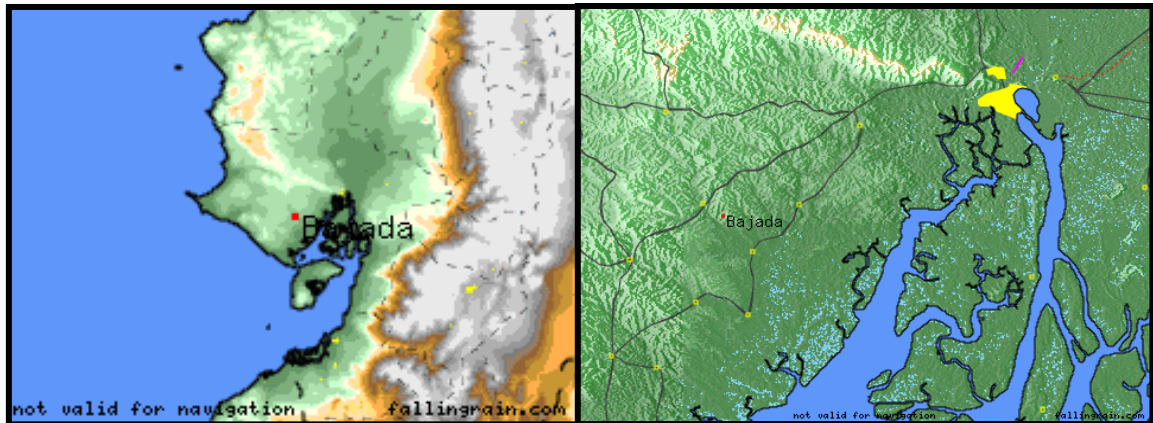


**FIGURA 1.2:** Ubicación Geográfica Tamarindo  
Fuente: Presentation Copyright © Falling Rain Genomics, Inc. 1996-2004

**Recinto La Bajada de Progreso:**

Coordenadas (DMS): Latitud 2° 21'0" S; Longitud 80°15'0" O

Coordenadas (UTM): X= 583432; Y= 9740976 Z= 29.331



**FIGURA 1.3:** Ubicación Geográfica La Bajada de Progreso  
Fuente: Presentation Copyright © Falling Rain Genomics, Inc. 1996-2004

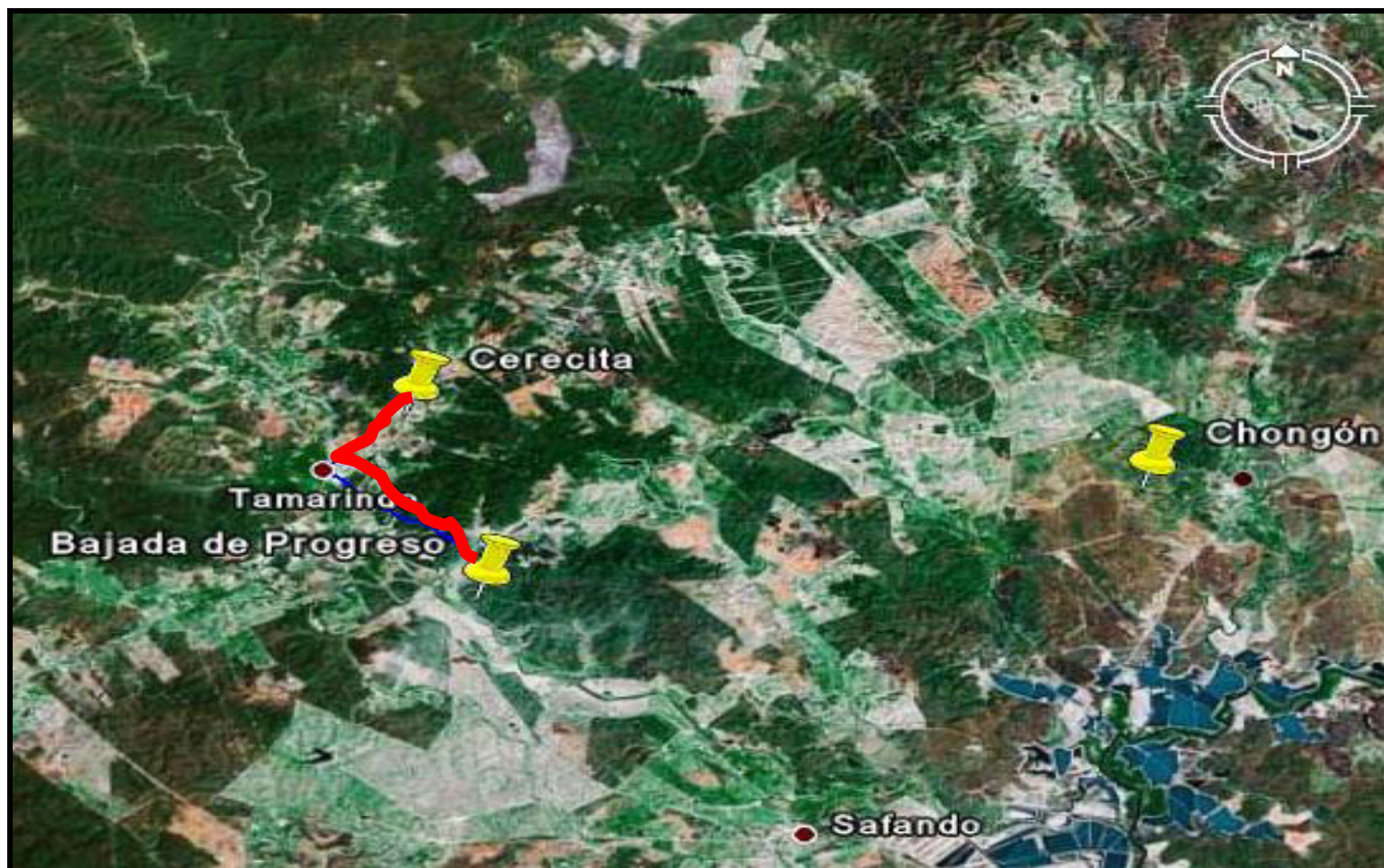
La vía a construirse encuentra limitada de la siguiente manera:

Norte: Cerecita

Sur: El recinto "Bajada de Progreso"

Este: Chongón

Oeste: La Cabecera Parroquial de Juan Gómez Rendón, Progreso.



**FIGURA 1.4:** Límites del Área del proyecto y ubicación de carretera  
Fuente: Imagen 2007 Terrametrics

### **1.3 Descripción del sitio de trazado y replanteo**

La parroquia rural Juan Gómez Rendón posee un clima tropical templado con vegetación verde y abundante en época de lluvia; escasa y amarilla en tiempo seco. Tiene un promedio anual de 20 °C a 35.5 °C y su precipitación anual es de 500mm a 1000mm. El sistema hidrográfico del área del proyecto está conformado principalmente por el río Grande y el Estero la Pansa.

La formación geológica comprende una litología sedimentaria, arcillas aluviales y areniscas. Su topografía presenta un relieve irregular y su población está asentada a 30 m.s.n.m. aproximadamente.

Los habitantes de estos recintos se han dedicado a la agricultura y ganadería debido a que el sector está incluido en el Plan Hidráulico del trasvase Daule - Sta. Elena, el que proporciona agua para el riego agrícola. Así como también se dedican al comercio, producto del turismo que conlleva la península de Santa Elena y demás balnearios.

Los recintos Tamarindo y la Bajada de Progreso están conformados por casas de caña, madera, hormigón y mixtas, las que disponen de energía eléctrica y red de distribución de agua potable. No cuentan con sistema de alcantarillado, por razón la población utiliza sistema de pozos sépticos; tampoco cuentan con servicio de recolección de basura, debido a esto los desperdicios son arrojados en quebradas produciendo contaminación, alteraciones ambientales y por ende un desequilibrio ecológico.

## **CAPÍTULO II.**

### **2. RECOPIACIÓN DE DATOS**

Para realizar el Trazado y Replanteo previo a la construcción de una carretera ya sea ésta Urbana o Rural, se necesita recopilar toda la información del Proyecto Vial, tales como los datos contenidos en el Diseño Horizontal, Diseño Vertical, Especificaciones Técnicas, Cuadro de Cantidades y Cronograma, y en ciertas ocasiones de las Memorias de Cálculo, para que todos estos datos sean debidamente analizados e interpretados por el personal encargado de realizar este trabajo, y así facilitar el desenvolvimiento de las actividades en el campo.

#### **2.1 Diseño horizontal**

El Diseño Horizontal es la proyección del eje del camino sobre un plano horizontal. Los elementos que integran esta proyección son las tangentes y las curvas, sean estas circulares o de transición. El establecimiento del

alineamiento horizontal depende de: La topografía y características hidrológicas del terreno, las condiciones del drenaje, las características técnicas de la subrasante y el potencial de los materiales locales.

La información que se requiere del Diseño Horizontal es:

- |                               |   |
|-------------------------------|---|
| ➤ Topografía del Terreno      | ➤ Curvas Horizontales                         |
| ➤ Coordenadas Exactas         | ➤ Punto de Referencias de Curvas Horizontales |
| ➤ Planta de Proyecto          | ➤ Diseño de Pavimento                         |
| ➤ Punto Inicial de Referencia | ➤ Diseño Hidráulico                           |
| ➤ Punto Final de Referencia   | ➤ Señalización Horizontal y Guarda caminos    |
| ➤ Eje Horizontal de la Vía    |   |
| ➤ Abscisaje                   |   |

## 2.2 Diseño vertical

El Diseño Vertical de una carretera, llamado también alineamiento vertical, es la proyección del eje real de la vía sobre una superficie o plano vertical paralela al mismo. Dicha proyección mostrará la longitud real del eje de la vía. A este eje también se le denomina rasante o sub-rasante.

Este diseño está formado por una sucesión de tramos rectos y curvas en los empalmes. Los tramos rectos, son líneas de pendiente constantes, y las curvas verticales permiten el cambio suave de la pendiente para pasar de una a otra.

La información que se requiere del Diseño Vertical es:

- |                                     |   |                                |
|-------------------------------------|---|--------------------------------|
| ➤ Plano Longitudinal                | ✓ | En abscisas                    |
| ➤ Cota de terreno Natural           | ✓ | En Obras de                    |
| ➤ Cotas de Proyecto<br>(Subrasante) |   | Drenaje nuevas y<br>existentes |
| ➤ Cotas de Proyecto (Rasante)       | ✓ | Peraltes                       |
| ➤ Abscisas                          | ➤ | Cálculo de Volúmenes de        |
| ➤ Pendientes                        |   | Corte y Relleno                |
| ➤ Curvas Verticales                 | ➤ | Diagrama de Masas              |
| ➤ Perfiles Transversales            |   |                                |

### 2.3 Especificaciones técnicas

Las **especificaciones técnicas** son los documentos en los cuales se definen las normas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en todos los trabajos de construcción de obras de ingeniería, elaboración de estudios y control para protección del medio ambiente.

En este caso son las normas y procedimientos para la construcción de la carretera están basados en las **Especificaciones Generales del MOP-001F-2000**.

### 2.4 Cuadro de cantidades y cronograma de trabajo

El **cuadro de cantidades** es una tabla que especifica información de actividades y rubros a efectuarse en la construcción de una obra civil o de cualquier índole. En esta tabla los información requerida son los rubros,

códigos de los rubros, unidad en que se van a pagar, cantidad de rubros requeridos en el trabajo, precio unitario y precio total, estos últimos no siempre son necesarios para el trabajo que vamos a hacer de Trazado y Replanteo.

Un **cronograma de trabajo** consiste en una lista de todos los elementos terminales de un proyecto con sus fechas previstas de comienzo y final.

## **2.5 Memorias de Cálculo**

Es el documento donde se anotan los cálculos y consideraciones que se han hecho en el diseño vial. Esta información no siempre es proporcionada por los diseñadores, pero es muy necesaria para corregir errores que se encuentran al momento de efectuarse los trabajos

También estos datos nos sirven para poder obtener la información ausente en los diseños.

## CAPÍTULO III.

### 3. TRAZADO Y REPLANTEO DE PROYECTO HORIZONTAL

**Replantar** es implantar en el terreno, de forma adecuada e inequívoca la posición de los puntos básicos y representativos de un proyecto, teniendo en cuenta dimensiones y formas indicadas en el plano de diseño.

**Trazar** es marcar en el terreno con estacas, hito, referencias, etc los puntos que se desean replantar en el proyecto

En base a los planos y levantamientos topográficos del Proyecto, referencias y BM, el Contratista procederá al replanteo general de la obra, en el que de ser necesario se efectuarán los ajustes necesarios a las condiciones reales encontradas en el terreno.

El Contratista será el responsable del replanteo y trazado, así como del cuidado y resguardo de los puntos físicos, estacas y referencias instaladas durante el levantamiento del proceso constructivo. Antes del inicio de los trabajos el Contratista coordinará con el Fiscalizador y solicitará la aprobación de la ubicación de los puntos de control geográfico, el sistema de



campo a emplear, la referenciación, tipo de marcas en las estacas, colores y el resguardo que se implementará en cada caso.

El pago de los trabajos de Replanteo se hará conforme a los precios unitarios acordados en el contrato; estos valores incluirán la totalidad del rubro, de acuerdo con los planos, especificaciones e instrucciones de la Fiscalización.

RUBRO	UNIDAD
1. TRAZADO Y REPLANTEO	
1.1 Replanteo del eje	m
1.2 Replanteo de Curvas Horizontales	m
1.3 Colocación de Referencias	U

**TABLA 3.1:** Rubros de replanteo.

### **3.1 Personal de trabajo, Equipo y Materiales**

Para los trabajos de replanteo el Contratista deberá proporcionar personal calificado, el equipo necesario y materiales que se requieran para el replanteo estacado, referenciación, cálculo y registro de datos para el control de la obra.

La información sobre estos trabajos, deberá ser revisada y estudiada por el personal, y estar disponible en todo momento para su revisión y control por el Fiscalizador.

El personal, equipo y materiales deberá cumplir con los siguientes requisitos:

**Personal:** deberá constar de cuadrillas de topografía en un número suficiente para tener un flujo ordenado de operaciones que permitan la ejecución de las obras de acuerdo a los cronogramas. El personal deberá estar suficientemente tecnificado y calificado para cumplir de manera adecuada con sus funciones en el tiempo establecido. Dicho personal estará integrado por:

✓ **Ingeniero Residente**



**FIGURA 3.1:** Ingeniero Residente  
Fuente: Google

✓ **Topógrafo**



**FIGURA 3.2:** Topógrafo  
Fuente: Google

✓ **Cadeneros**



**FIGURA 3.3:** Cadeneros midiendo con cinta.  
Fuente: Google

✓ **Macheteros**



**FIGURA 3.4:** Macheteros desbrozando.  
Fuente: Google

Todo el personal estará bajo el mando y control del Ingeniero Residente de obra especializado en carreteras.

**Equipo:** Se deberá implementar el equipo de topografía necesario, capaz de trabajar dentro de los rangos de tolerancia especificados. Así mismo se deberá proveer el equipo de soporte para el cálculo, procesamiento y dibujo. El equipo constará de:

✓ **Estación Total y Teodolito**



**FIGURA 3.5 y 3.6:** Estación Total y Teodolito

Fuente: Google

✓ **Mira y Prisma**



**FIGURA 3.7 y 3.8:** Miras y Prismas

Fuente: Google

✓ **Cinta**



**FIGURA 3.9:** Cintas

Fuente: Google

✓ **Jalones**



**FIGURA 3.10:** Jalones

Fuente: Google

- ✓ **Utensilios de Medición de Perpendiculares** (También se pueden medir perpendiculares con métodos manuales o Topográficos)

**Materiales:** Se proveerá del material suficiente y adecuado para la cimentación, referenciación, estacado que permita anotar marcas legibles.

Los materiales deben ser:

- ✓ **Pintura o Espray**
- ✓ **Combos**
- ✓ **Estacas (h=50cm aprox.)**
- ✓ **Latillas o Balizas**
- ✓ **Machetes**
- ✓ **Brochas**

### **3.2 Punto inicial ( $P_O$ ) y Punto final ( $P_F$ )**

El punto inicial en el trazo de una carretera se determina por las coordenadas del mismo consignadas en los planos y partiendo de los puntos de control de referencia que puedan encontrarse fácilmente cerca del principio del camino, los mismos que pueden ser vértices de aceras, filos de bordillos, postes, esquinas de edificaciones, etc.

El punto final del trazo de la carretera ( $P_F$ ) se determina de igual manera que el punto inicial, tomando en cuenta sus coordenadas y ciertos puntos relevantes. Este punto servirá de comprobación para el replanteo del trazo de la carretera pues este es el punto de llegada de la poligonal abierta.

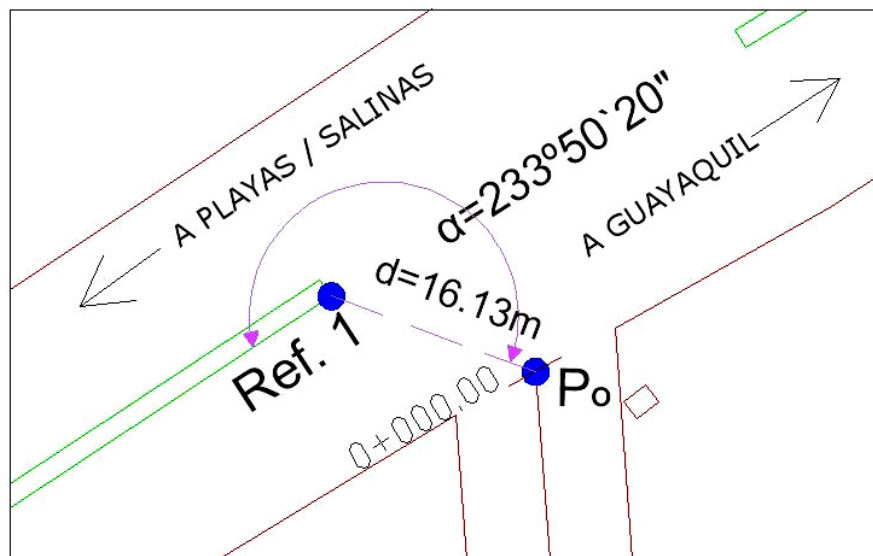
Para el inicio del replanteo de la carretera objeto de nuestro Trabajo los datos recopilados son:

PUNTO.	PARA	COORDENADAS DE REFERENCIA		DISTANCIA DE REFERENCIA	ANGULO DE REFERENCIA			DESCRIPCION
		X	Y		GRA	MIN	SEG	
Ref. 1	P <sub>O</sub>	5.813.858.618	97.417.808.086	16.13 m	233	50	20	Parterre Central de vía
Ref. 2	P <sub>F</sub>	5.834.332.107	97.409.694.200	14,24 m	-	-	-	Poste
Ref. 3	P <sub>F</sub>	5.834.363.349	97.409.865.404	7,50 m	-	-	-	Casa Fmla. Cortez

**TABLA 3.2:** Datos para replanteo.

Estando en el sitio con la información obtenida del plano y guiados con las coordenadas y las referencias se procederá a hallar y ubicar el Punto Inicial (P<sub>O</sub>):

- ✓ Se debe ubicar el equipo topográfico (teodolito) en el vértice del parterre central de la vía Guayaquil – Salinas (Cerecita, Km 52) con coordenadas  $X = 5813858.618$   $Y = 97417808.086$
- ✓ Encerar a la línea del parterre y abrir un ángulo de  $233^{\circ}50'20''$
- ✓ Luego con ayuda de un jalón y una cinta medir una distancia de 16.13 metros desde el vértice del parterre en el alineamiento que marca el teodolito.
- ✓ Finalmente se procederá a colocar una estaca en el punto hallado siendo este nuestro punto inicial de replanteo.
- ✓ Este punto se identifica como la abscisa 0+000



**GRAFICO 3.1:** Vista en Planta del Po.

Para ubicar el Punto Final ( $P_F$ ) del proyecto se deberá seguir el siguiente procedimiento:

- ✓ Se localizan las referencias marcadas en el plano siendo estas la esquina de la casa de la Familia Cortez y un poste de alumbrado.
- ✓ Con la ayuda de cinta se deberá realizar una triangulación para hallar el punto final. Esto consiste en medir 7.5 metros desde la esquina de la casa y 14.23 metros desde el poste de alumbrado hacia un punto común, tomando las debidas precauciones que involucra una medición con cinta para evitar los posibles errores.
- ✓ En el punto donde se interceptan estas dos medidas se colocará una estaca que marcará el punto final de la carretera.
- ✓ Este punto se identifica como la abscisa 2+665.13



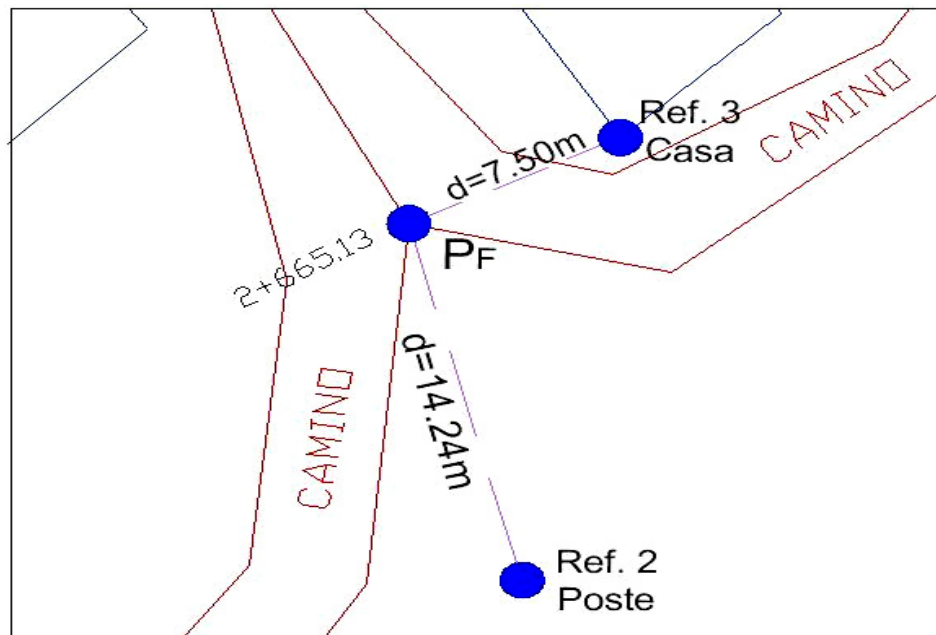


GRAFICO 3.2: Vista en Planta del P<sub>F</sub>.

### 3.3 Puntos de inflexión (P<sub>I</sub>), y ángulos de deflexión ( $\alpha$ )

La intersección de las dos tangentes a la curva se designa punto de intersección PI; el ángulo de deflexión en el PI formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se designa con la letra “Alfa” ( $\alpha$ ).

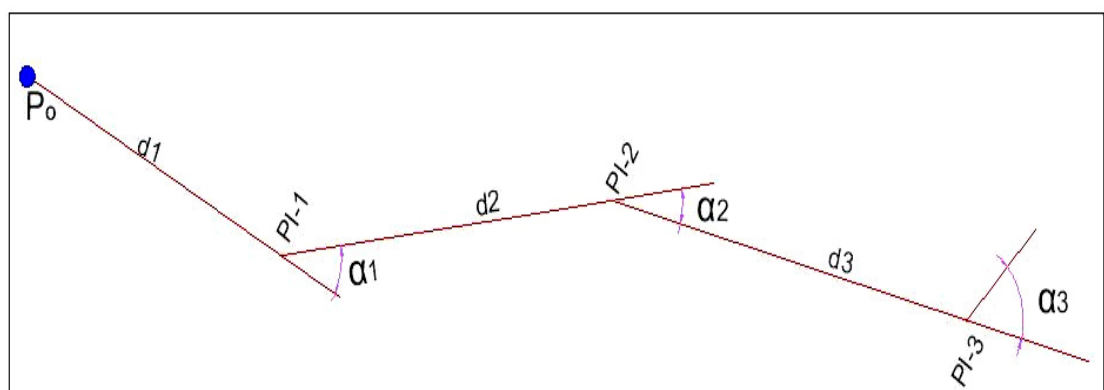


GRAFICO 3.3: Puntos de Inflexión (PI) y Ángulos de Deflexión ( $\alpha$ ).

Al fijar el punto inicial se debe contar ya con la dirección de una línea dada o con el llamado Angulo Inicial de Replanteo, de modo que sea posible establecer la dirección del alineamiento del camino. De los planos se obtiene la distancia entre el punto inicial y el primer punto de inflexión ( $P_{11}$ ).

Luego el personal de topografía procederá a medir dicha distancia en el alineamiento guiado por el Ingeniero encargado, desde el punto inicial hasta llegar al  $P_{11}$ . Este trabajo se lo realiza abriendo un camino de aproximadamente 2 a 3 metros de ancho para el tránsito del personal, y colocando referencias con otros puntos de control a lo largo el trazo de la ruta para asegurarse que esta mantenga un alineamiento correcto hasta llegar a la medida establecida, donde deberá colocarse una estaca marcándolo como  $P_{11}$ .

Para replantear el siguiente punto de inflexión ( $PI_2$ ), se deberá colocar el teodolito en  $PI_1$ , encerrar el mismo hacia el PO y se tendrá que transitar el teodolito. Luego se marca el ángulo de deflexión de las tangentes que se interceptan en  $PI_1$ . Con este alineamientos se mide la distancia entre el  $PI_1$  y el  $PI_2$  y con ayuda del personal se abrirá camino y se marcará el  $PI_2$  de la misma manera que fue se realizó el  $PI_1$ .

Para replantear los siguiente puntos de inflexión se hará el mismo procedimiento con los respectivos ángulos de deflexión y distancias entre  $PI$ .

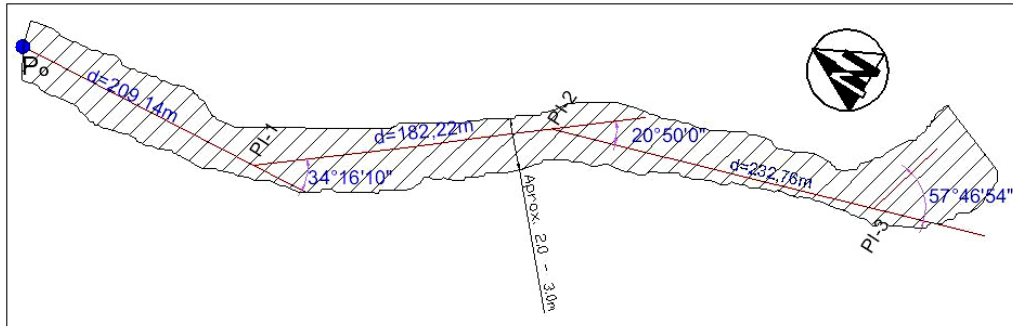
Para hallar los Puntos de inflexión de nuestro proyecto, se realizó una tabla de resumen de datos proporcionados por el diseño, la misma que incluye las distancias entre  $PI$ , ángulos de deflexión y coordenadas de los diferentes  $PI$ , para así facilitar nuestro replanteo.

PI	X	Y	DISTANCIA ENTRE PI	ANGULO DE REPLANTEO	ANGULO DE DEFLEXIÓN			DESCRIPCION
					Gra	min	seg	
PI 0	581400,980	9741775,19		245,340	245	20	24	REPLANTEO INICIAL
			209,14					PI 0 - PI 1
PI 1	581416,651	9741566,64						
			182,22		34	16	10	PI 1 - PI 2
PI 2	581530,251	9741424,17						
			232,76		20	50	60	PI 2 - PI 3
PI 3	581601,148	9741202,46						
			264,76		57	46	54	PI 3 - PI 4
PI 4	581857,47	9741136,17						
			370,91		36	38	30	PI 4 - PI 5
PI 5	582090,26	9740847,40						
			483,41		77	12	9	PI 5 - PI 6
PI 6	582524,46	9741059,89						
			354,95		11	1	54	PI 6 - PI 7
PI 7	582867,21	9741152,12						
			387,34		17	1	41	PI 7 - PI 8
PI 8	583254,33	9741138,93						
			16,87		50	41	0	PI 8 - PI 9
PI 9	583264,57	9741125,52						
			115,20		21	2	28	PI 9 - PI 10
PI 10	583362,69	9741065,17						
			25,02		25	50	20	PI 10 - PI 11
PI 11	583387,58	9741062,66						
			89,88		56	22	3	PI 11 - PI 12
PI 12	583429,61	9740983,21		193,273	193	16	23	REPLANTEO FINAL

**TABLA 3.3:** Resumen de datos de Pi y  $\alpha$ .

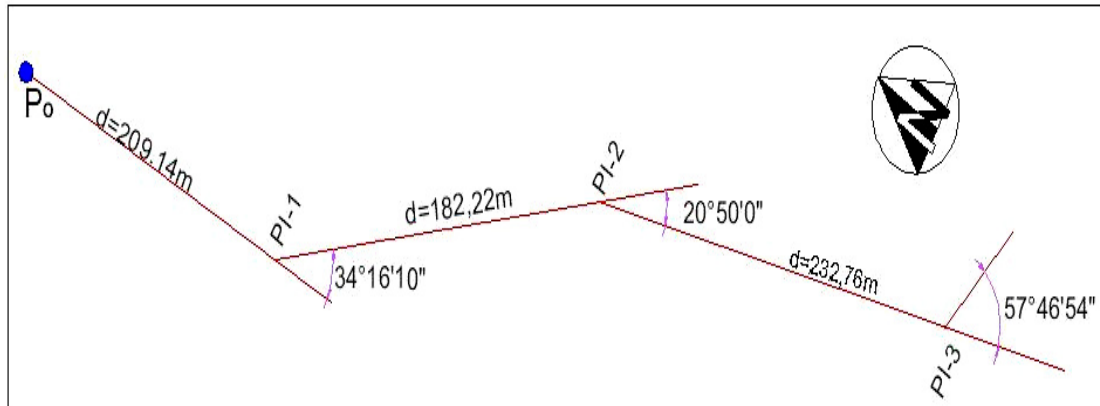


se encargará de abrir Pica o Trocha en unos 2 a 3 metros hacia ambos lados del eje a marcar.



**GRAFICO 3.5:** Detalle de Pica o Trocha

- ✓ Colocamos una estaca en el punto hallado siendo este nuestro primer punto de inflexión.
- ✓ A continuación se tiene que mover el equipo topográfico y colocarlo en el Punto de inflexión marcado como  $PI_1$  para replantear el siguiente  $PI$ .
- ✓ Se encera hacia la dirección de  $P_0$  y marcamos con el equipo el ángulo de deflexión ( $\alpha_1$ ) de  $34^{\circ}16'10''$ .
- ✓ Siguiendo el alineamiento del teodolito se medirá la distancia de 182,22 metros entre el  $PI_1$  y el  $PI_2$  indicada en la tabla y colocamos una estaca en el punto hallado siendo éste nuestro  $PI_2$ .



**GRAFICO 3.6:** Detalle de Medición de Distancias entre PI y Angulo de Deflexión

- ✓ Para el replanteo de los posteriores puntos de inflexión se procede de la misma forma que fueron obtenidos los PI anteriores.

### 3.3.1 Punto obligado de Tangente ( $P_{OT}$ )

Son puntos que se tornan necesarios en algunas circunstancias de la actividad de replanteo, como por ejemplo:

- ✓ Cuando la distancia entre dos PI es muy larga y no está al alcance de la visual del teodolito.
- ✓ Cuando en el momento de trazar el eje de la vía nos encontramos en terrenos cuya topografía obstaculiza la visual del teodolito.

Para ubicar un  $P_{OT}$  en el terreno se coloca una estaca en el alineamiento entre dos PI, en el punto en el cual la visual del teodolito se haya obstaculizado.

En este punto se pondrá el teodolito, se encerará el aparato con respecto al PI anterior. Se hará transitar el equipo obteniendo así el alineamiento establecido para divisar el PI a replantear.

Otra forma de prolongar el alineamiento entre los PI teniendo el teodolito en un POT, es encerando el equipo hacia el PI anterior y abriendo el teodolito un ángulo de 180 grados dando el alineamiento deseado.

En nuestro proyecto debido a que no se encontraron obstáculos al momento de replantear el eje de la vía, no fue necesaria la colocación de POT en el terreno.

### **3.4 Comprobaciones del eje de la carretera**

Después de realizar el replanteo de la vía, es necesario verificar los Ángulos horizontales y las coordenadas de los PI en un tramo no mayor a 5 km, dentro de la Vía a construirse, así como el Punto inicial ( $P_O$ ) y punto final ( $P_F$ ) de la vía. Para realizar esto contamos con dos procedimientos topográficos, para chequear los ángulos utilizamos las Observaciones solares, y para chequear las coordenadas utilizamos el arrastre de coordenadas.

#### **3.4.1 Comprobación de Ángulos Horizontales por medio de observaciones solares**

Los Ángulos horizontales que se utilizan para replantear la vía deben ser corregidos, por lo que existe la necesidad de determinar el norte

verdadero para poder orientar el alineamiento de la vía con respecto a dicho norte.

En Ingeniería Civil se usa la posición del Sol con respecto a la Tierra para determinar el Norte verdadero, este proceso se denomina Observación Solar.

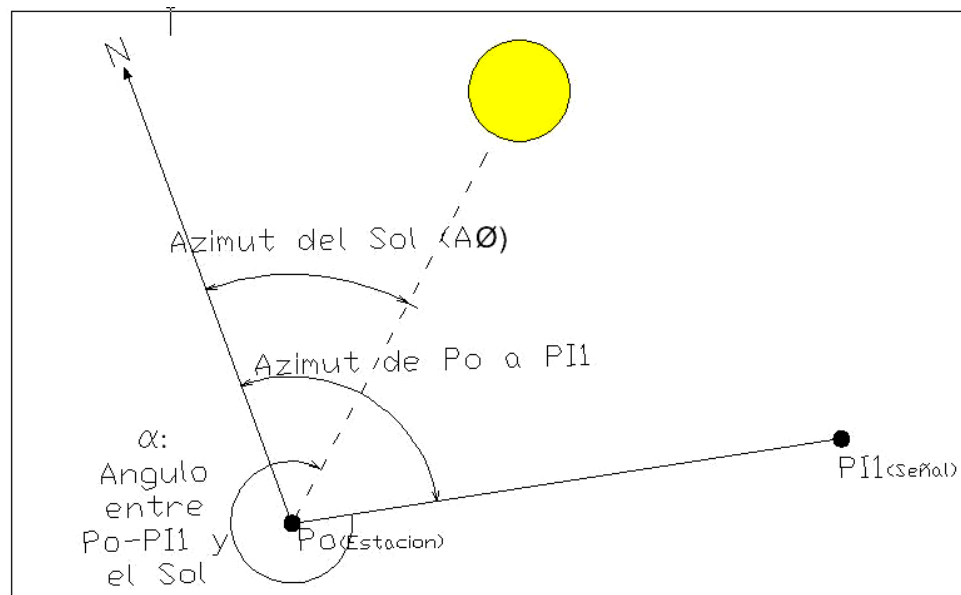
Mediante las Observaciones Solares se puede obtener el Azimut de los alineamientos del eje de la vía por altura del sol, el mismo que consiste en hacer una serie de punterías o bisecciones al Sol y a la señal, lo que nos permitirá corregir los ángulos de deflexión en cada PI.

Después de realizar este método se procede a repartir el error, siempre y cuando este dentro de lo permisible, caso contrario se procederá a realizar nuevamente el replanteo.

#### **3.4.1.1 Determinación del azimut de una línea por el método de observación solar.**

El **AZIMUT** es el ángulo horizontal medido en el sentido de las manecillas del reloj a partir del extremo superior de un meridiano, conocido comúnmente como NORTE, hasta el alineamiento respectivo. Su valor puede estar entre 0 y 360°.





**FIGURA 3.7:** Ángulos que intervienen en una observación Solar

En la figura:

- ✓  $Po - PI1$ : Línea que se desea orientar, la misma que es parte del alineamiento del eje de la carretera.
- ✓  $Po$ : Ubicación del observador. Estación =  $PI$
- ✓  $PI$ : Señal, el otro punto que define la línea que se desea orientar el eje de la carretera.
- ✓  $Po - N$ : Dirección norte, traza del plano del meridiano local que pasa por la Estación  $Po$ .
- ✓  $AØ$ : Dirección del Sol al Norte Geográfico
- ✓  $AZ$  de  $Po - PI1$  : Acimut de la línea  $Po - PI1$
- ✓  $\alpha$ : Ángulo horizontal entre la línea que desea orientar ( $AB$ ), y la visual al Sol.

### **3.4.1.2 Datos y Requisitos necesarios para la Observación Solar.**

Para poder realizar una correcta Observación Solar se deben presentar los siguientes datos:

- ✓ Hora y fecha de observación.
- ✓ Distancia Cenital o altura del Sol.
- ✓ Declinación del Sol.
- ✓ Angulo horizontal entre la línea a orientar y el Sol.
- ✓ Latitud y Longitud de la estación, la cual puede ser tomada directamente de una carta geográfica, o bien, determinada expeditivamente con el Sol en el transcurso de la observación misma, u obtenida a través de la utilización del Sistema de Posicionamiento Global o GPS.
- ✓ Temperatura.
- ✓ Presión atmosférica.
- ✓ Estado del cronómetro.

Las observaciones deben ser limitadas entre los treinta ( $30^\circ$ ) y sesenta ( $60^\circ$ ) grados de distancia cenital, lo cual ocurre generalmente entre las 8:00 horas hasta 11:00 horas y desde las 14:00 horas hasta las 17:00 horas.

### **3.4.1.3 Procedimiento de campo.**

Para comprobar los ángulos horizontales y corregir los posibles errores, se deben realizar observaciones solares en el punto inicial y punto final (mínimo 4 observaciones por punto). Este procedimiento se explicará a continuación:

1. Se coloca el instrumento topográfico sobre el punto Inicial (Po).
2. Luego se coloca una señal (jalón, estadia, mira, ficha, etc.), en P1.
3. En Po visualizando a P1 con el teodolito, se coloca la lectura azimutal de  $00^\circ 00' 00''$ , la cual será el ángulo de salida. Se deberá tener ya preparada la libreta de campo con la lectura y anotación de la Presión Barométrica y la Temperatura.

### Libreta de Campo de Observación Solar

LUGAR: ESTACION: TEMPERATURA:  
 FECHA: SEÑAL: ALTURA:  
 OBSERVO: TEODOLITO: CORR. CRONO.:

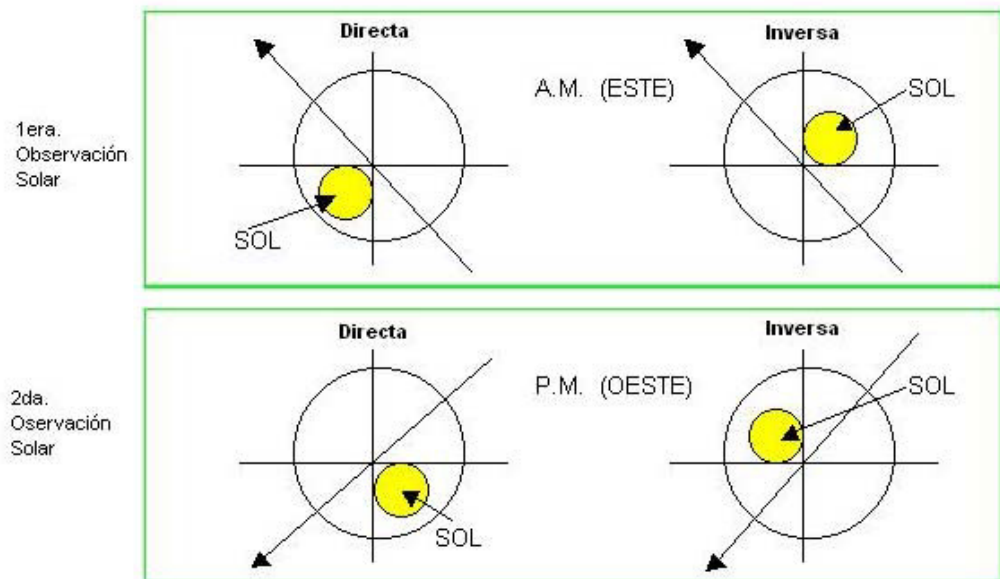
OBJETO OBSERVADO	CUADRANTE	POSICION ANTEOJO	HORA	ANGULO HORIZONTAL	ANGULO VERTICAL	OBSERVACIONES
PO						
Sol		D				
Sol		I				
Sol		D				
Sol		I				
PF						

**TABLA 3.4:** Libreta de campo de observación solar.

4. Se aconseja colocar vidrios ahumados en el anteojo del teodolito para observar el sol. (Posición Directa)

5. Se realizará la visualización del Sol por el anteojo del equipo. Los hilos del retículo deben estar completamente nítidos, al igual que la imagen del Sol.

Existen varios métodos entre los cuales uno de los más utilizados es el método de la tangencia. Si se usa el método de la tangencia a los bordes del Sol, se puede usar cualquier par de cuadrantes opuestos, pero se recomienda el esquema ilustrado en la figura realizando estas dos observaciones:



**FIGURA 3.12:** Formas de Visualización al Sol


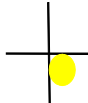
Como regla general se puede adoptar que: Los cuadrantes opuestos al movimiento del Sol se tomarán para hacer la tangencia a los bordes del mismo. Como mínimo se deberán realizar 4 observaciones Solares.

6. Se anotará inmediatamente la lectura de la hora (en hora, minutos y segundos): luego la lectura de los ángulos horizontal y vertical.
7. Se apunte de nuevo al Sol y se anotan los datos requeridos y explicados en los pasos 5 y 6.
8. Para una mejor precisión en la determinación del azimut, se recomienda, un intervalo de un minuto entre dos series en distintas posiciones del anteojo, (como intervalos máximos se pueden aceptar dos y tres minutos respectivamente). Se tomarán en esta posición directa tres punterías, para luego invertir la posición del anteojo.
9. Luego, en esta posición inversa y quitando el vidrio ahumado del anteojo, se observa a la señal sobre PI1, completando así una serie con los datos suficientes para el cálculo del azimut del alineamiento Po - PI1.
10. Una vez realizada la Observación Solar en el punto inicial, se deberá hacer el mismo procedimiento en el punto final Pf, pero tomando como señal el punto de inflexión PI11, para hallar el azimut del alineamiento Pf – PI11.

## Ejemplo de Observación Solar

### LIBRETA DE CAMPO DE OBSERVACION SOLAR N°1

LUGAR: CERECITA, BAJADA DE PROGRESO      ESTACION: PO      TEMPERATURA: 32°C  
 FECHA: 1-feb-2009      SEÑAL: PII      ALTURA:  
 OBSERVO:      TEODOLITO: LEIKA T100      CORR. CRONO.: 10'

OBJETO OBSERVADO	CUADRANTE	POSICION ANTEJO	TIEMPO			ANGULO HORIZONTAL			ANGULO VERTICAL			OBSERVACIONES
			HORA	MIN	SEG	GRADOS	MIN	SEG	GRADOS	MIN	SEG	
Sol		D	16	28	0	140	31	36	64	25	0	
Sol		I	16	28	2	140	31	16	245	5	0	
									64	5	0	
PROMEDIOS:			16	28	1	140	31	26	64	15	0	

### CAMBIO A HORA GMT

	H	M	S
HORA:	16	28	1
CORR. CRONO (+):	0	10	0
	16	18	1
(+)	5	0	0
GMT:	21	18	1

### 1) Corrección por Refracción y Paralaje

$$R = f_e \times f_r \times f_t$$

✓  $f_r =$  pag 65 tabla 2

25°	2,05
26°	1,96
<hr/>	
1°00'	0,09
0°45'	X
<hr/>	

$$X = 0,07 \quad \Rightarrow \quad f_r = 1,98 \quad Y \quad P = 0^{\circ} 0' 8''$$

✓ fe pag 66 tabla 2ª

$$h = 70,5 \text{ m} = 231,24 \text{ pies}$$

91	1, 01	⇒	fe = 1'
366	1, 00		

✓ ft pag 66 tabla 2ª

$$32^{\circ}\text{C} = 89,6^{\circ}\text{F} \quad \Rightarrow \quad ft = 0,93'$$

$$R = fe \times fr \times ft$$

$$R = (1,0) \times (1,98) \times (0,93)$$

$$R = 0^{\circ}1'50''$$

## 2) Calculo de ángulo vertical Verdadero

	G	M	S
	90	0	0
(-)	64	15	0
<b>ANGULO CENITAL OBS::</b>	<b>25</b>	<b>45</b>	<b>0</b>
R (+) =	0	1	50
P (-) =	0	0	8
<b>ANGULO CENITAL VERDADERO:</b>	<b>25</b>	<b>46</b>	<b>42</b>

### 3) Cálculo del tiempo

n =	29	AÑOS DESDE 1980 - 2009		
N =	7	AÑOS BICUESTOS DESDE 1980 - 2009		
C =	<b>-0,577 HORAS</b>			
	<b>H</b>	<b>M</b>	<b>S</b>	
C (-) =	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>37</b>	
	<b>H</b>	<b>M</b>	<b>S</b>	
GMT:	21	38	1	
C (-) =	0	34	37	
HORA =	<b>20</b>	<b>43</b>	<b>24</b>	
HORA =	20,723 HORAS			

### 4) Ir al día de la observación en la efemeris solar usando el tiempo encontrado:

DE EFEMERIS:

1 S 17°23,7'  
2 S 17°06,8'

24 H                    16,9'  
20,723 H                X

$$\delta = \begin{array}{ccc} \text{G} & \text{M} & \text{S} \\ \text{S } 17 & 9 & 7 \end{array}$$

### 5) Cálculo de Az

$$\text{sen } \frac{\text{Az}}{2} = \left[ \frac{\text{sen } (P-c) \text{ sen } (P-b)}{\text{sen } (c) \text{ sen } (b)} \right]$$

$$\text{Az} = 43^{\circ}49'27''$$



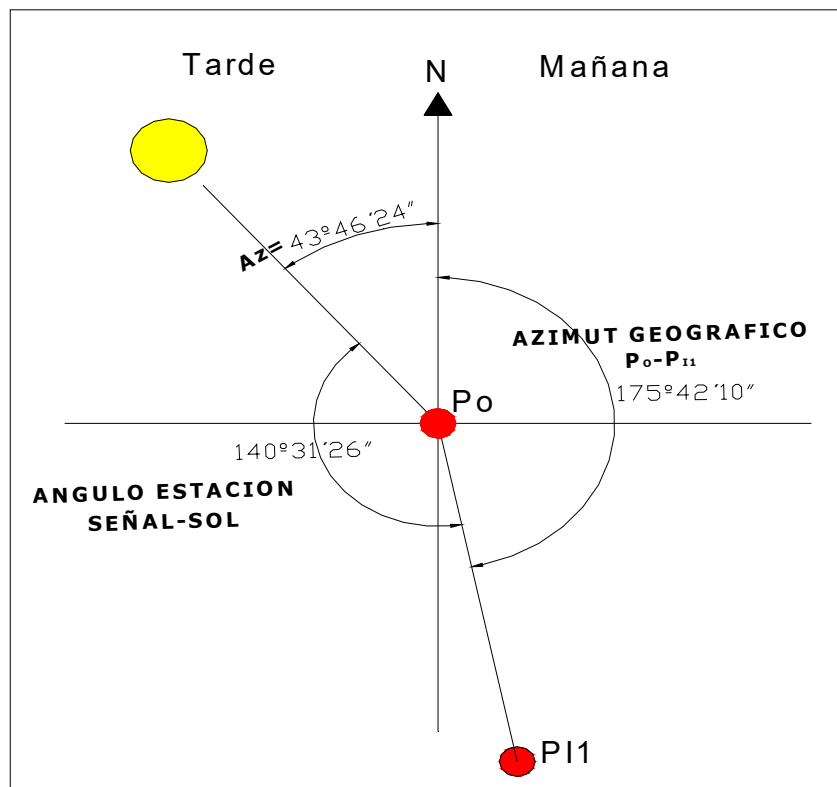
## OBSERVACION SOLAR # 1

**LUGAR:** Tramos Cerecita – Tamarindo – La Bajada de Progreso      **ESTACION:** Po      **TEMP:** 32 ° C  
**FECHA:** 01/02/2009      **SEÑAL:** PI1      **CORR. CRONO:** 10' 00"  
**TEODOLITO:** LEIKA T 100      **LATITUD:** S 2 ° 08'  
**ALTURA:** 70,5 M      **CALCULO:**

	1ER OBSERVACION	2DA OBSERVACION	3ER OBSERVACION	4TA OBSERVACION
<b>GMT</b>	21H18'01"	21H20'00"	21H22'00"	21H24'01"
<b>Zo V. Geografico</b>	25°45'00"	25°45'10"	25°45'20"	25°45'30"
<b>R Refraccion (+)</b>	0°1'50"	0°1'50"	0°1'50"	0°1'50"
<b>P Paralaje (-)</b>	0°0'08"	0°0'08"	0°0'08"	0°0'08"
<b>Zv. V. Verdadero</b>	25°46'42"	25°46'52"	25°46'32"	25°46'40"
<b>Declinacion (δ)</b>	S 17°09'07"	S 17°09'15"	S 17°09'20"	S 17°09'22"
<b>( 90 - δ ) = a</b>	75°50'53"	75°50'45"	75°50'40"	75°50'32"
<b>( 90 - Φ ) = b</b>	88°08'00"	88°08'00"	88°08'00"	88°08'00"
<b>Zv = c</b>	25°46'42"	25°46'52"	25°46'32"	25°46'40"
<b>2p = a + b + c</b>	139°12'11"	139°12'13"	139°11'48"	139°11'47"
<b>p</b>	69°36'55"	69°36'56,5"	69°36'44,5"	69°36'45"
<b>( p - c )</b>	43°49'23.5"	43°49'11"	43°49'23.5"	43°49'13.5"
<b>( p - b )</b>	22°31'54.5"	22°31'56"	22°31'43"	22°31'44.5"
<b>Az</b>	43°49'27"	43°43'25"	43°47'23"	43°45'21"
<b>Lect (Estacion-Sol)</b>	140°31'26"	140°31'24"	140°31'22"	140°31'19"
<b>Lect (Inicial-Señal)</b>	0°0'0"	0°0'0"	0°0'0"	0°0'0"
<b>Lect (Estacion-Sol)</b>	140°31'26"	140°31'24"	140°31'22"	140°31'19"
<b>Az. (Estacion-Señal)</b>				
<b>Az. (Estacion-Señal)</b>				
<b>Az Magnetico</b>				
<b>Declinacion Magnetica</b>				
<b>AZIMUT PROMEDIO: 43°46'24"</b>				

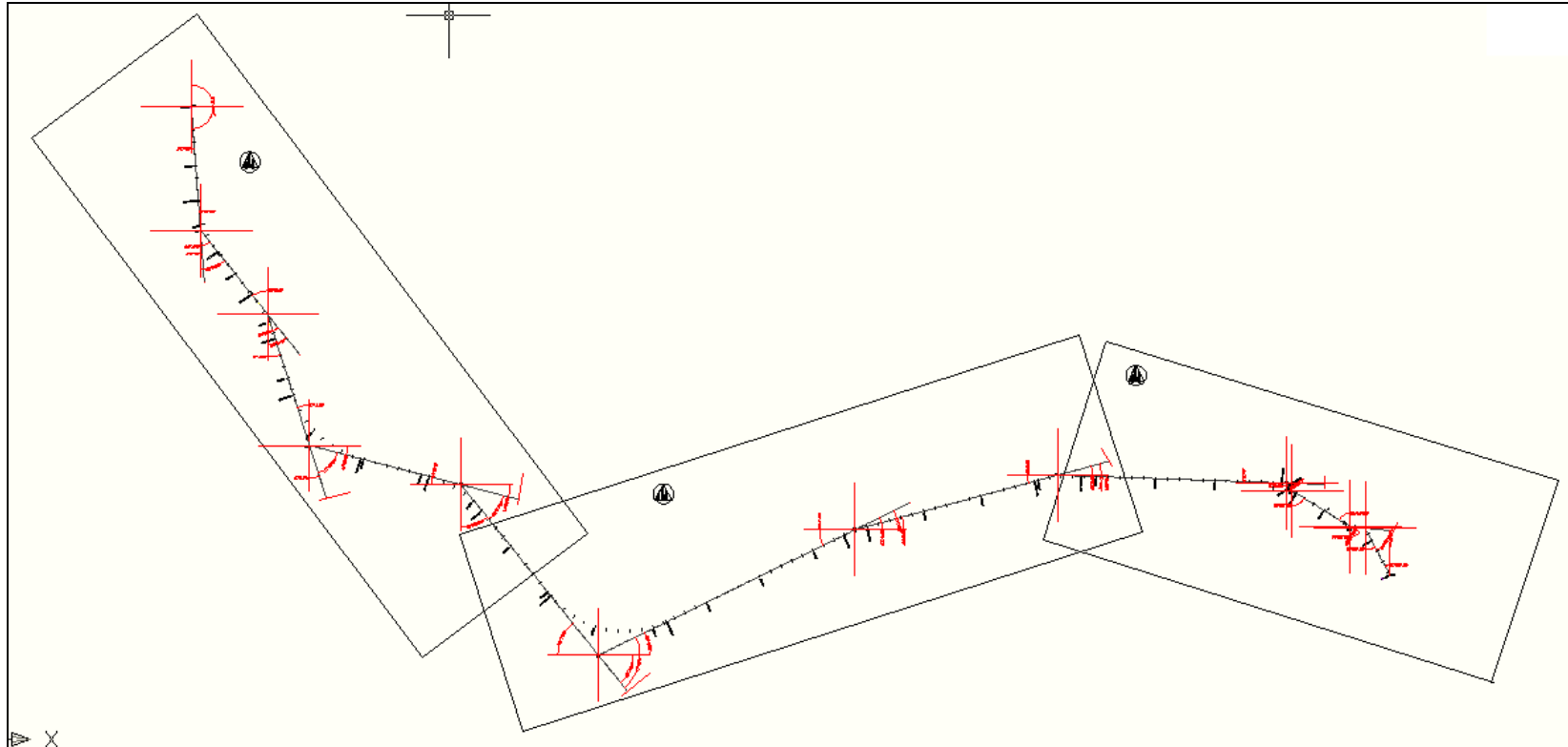
**NOTA:** Se hacen 4 observaciones solares y se promedia en solo 1

### GRAFICO DE OBSERVACION SOLAR TERMINADA:



**GRAFICO 3.8:** Grafico de Observación Solar terminada.

La verificación se la realizará partiendo con el azimut del alineamiento inicial, aplicando suma y resta de ángulos de deflexión y ángulos complementarios de los  $PI$ , hasta llegar al punto final, en el cual todos los ángulos complementarios a este punto deberán coincidir y cerrar con el azimut obtenido de las Observaciones Solares.



**GRAFICO 3.9:** Suma y resta de Ángulos de deflexión y complementarios  
Ver ANEXOS

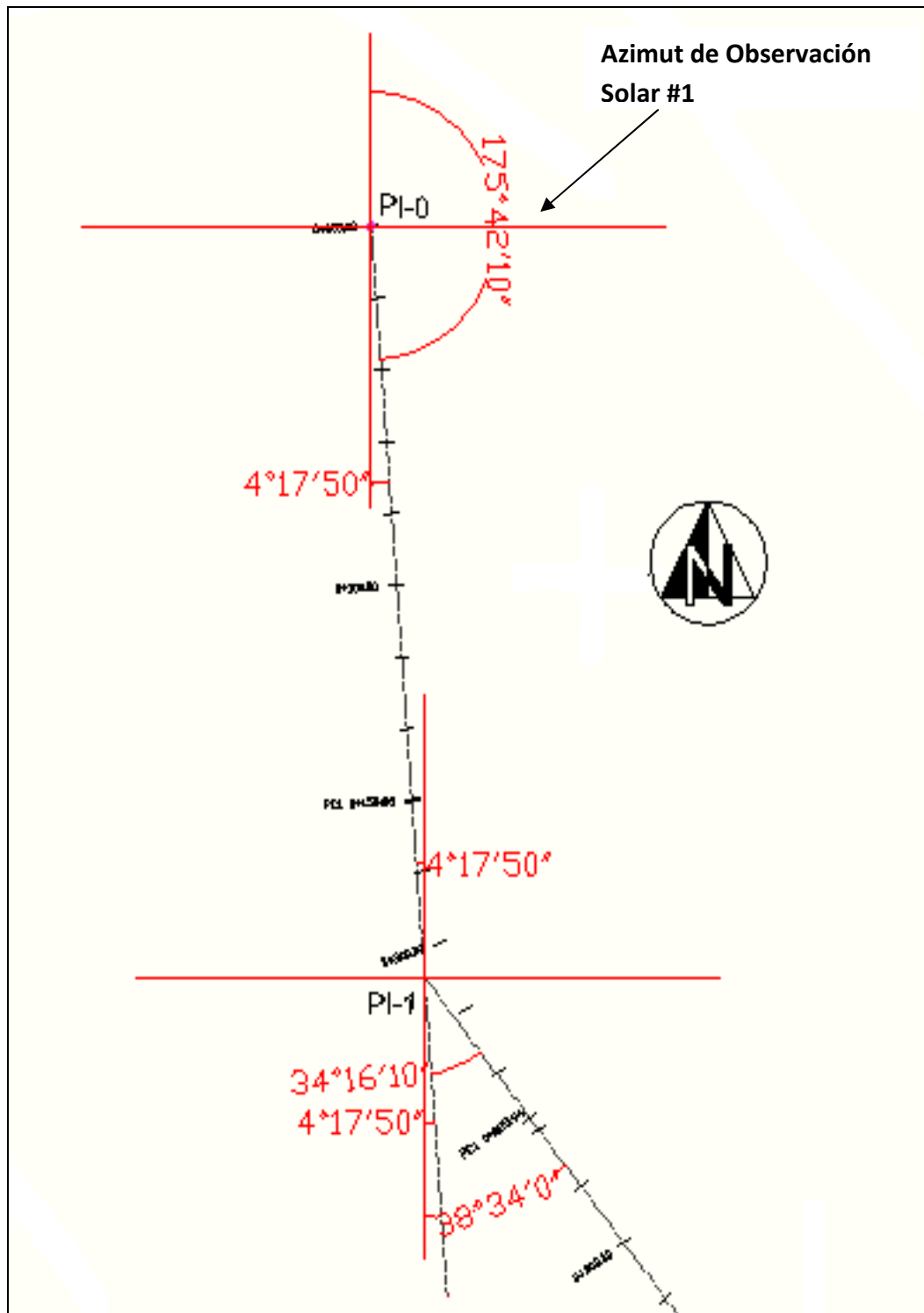
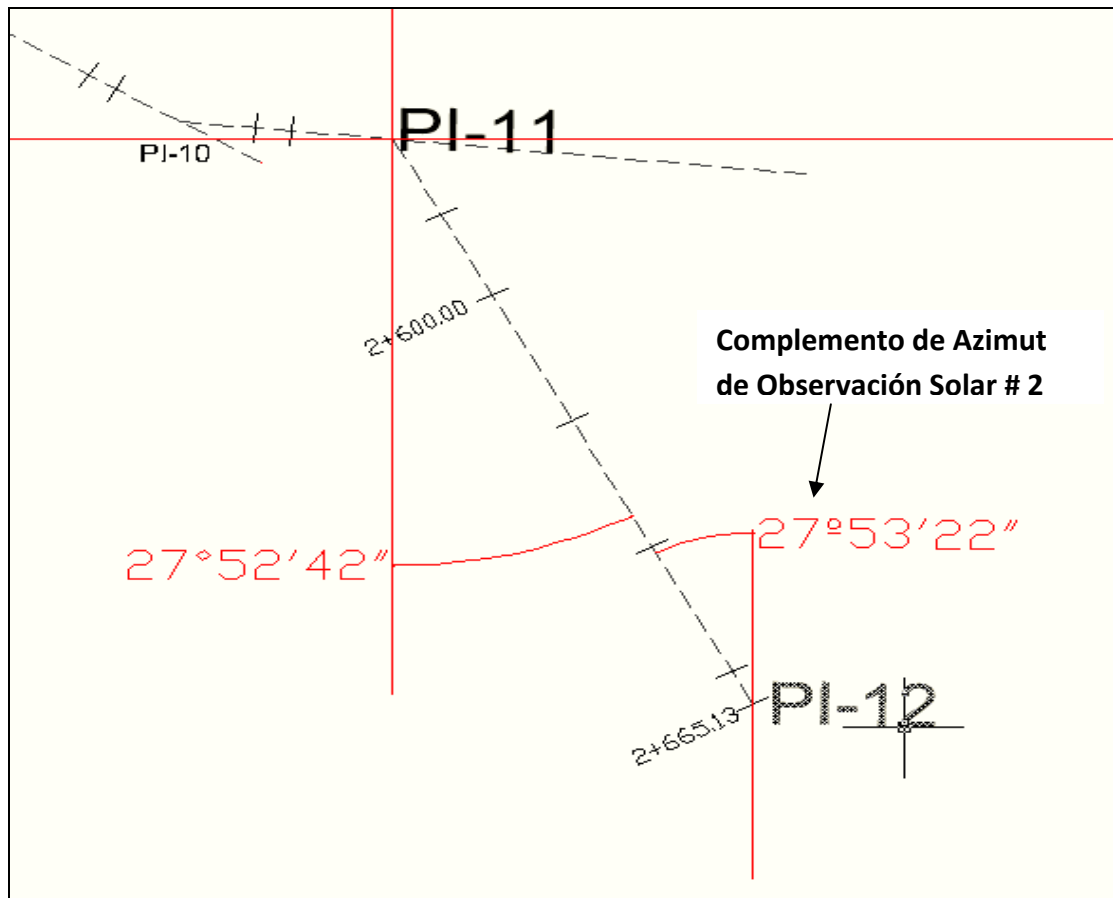


GRAFICO 3.10: Traslado de ángulo Azimutal a puntos de inflexión



**GRAFICO 3.11:** Ángulo de llegada con 0°0'40" de error

El azimut del alineamiento PI-12 y PI-11 fue obtenido de la observación solar #2.

Si existiese un error angular dentro de este levantamiento, y esta dentro del error permisible, se repartirá a cada uno de los ángulos de deflexión. En caso que el error sea mayor al permisible se descartará el replanteo y se realizará el trabajo nuevamente.

Existió un error de 40 segundos, el cual esta dentro del error permisible, por lo que se lo repartió en los ángulos interiores de la poligonal abierta.

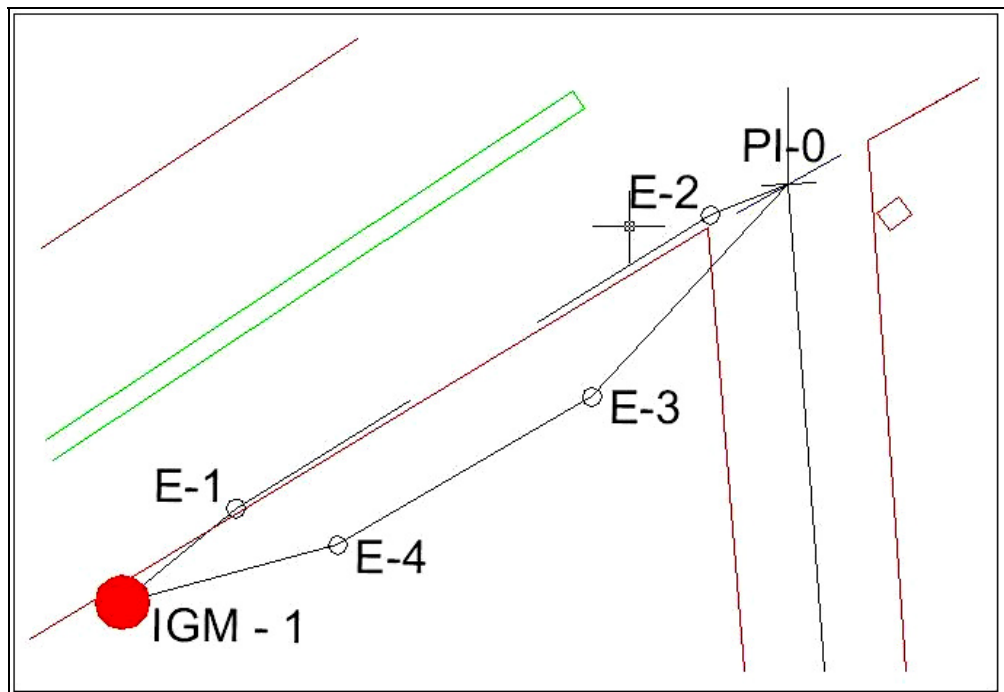
### **3.4.2 Comprobación de distancias mediante arrastre de coordenadas**

Así como se corrige los ángulos a lo largo de los PI, el método de arrastre de coordenadas nos ayuda a corregir las coordenadas de cada PI, una vez que le encontremos las coordenadas reales a nuestro punto de inicio (se lo halla mediante un IGM), procedemos a arrastrar esa coordenada mediante los PI que tenemos, y al llegar al final de los 5 km o al punto final de la vía, las coordenadas que se arrastraron, deberán coincidir con las coordenadas reales del punto final, el cual fue sacado de la misma manera que el punto de inicio.

Si existe una diferencia permisible, se repartirá el error a lo largo de los PI, caso contrario se deberá realizar otra vez el replanteo de la vía, y así hasta que coincidan las coordenadas.

### PRIMER DE ARRASTRE DE COORDENADA (COORDENADA A PI-0)

El primer paso, es encontrar un IGM para poder tener las coordenadas reales de los puntos, procedemos a arrastrar la coordenada del IGM 1 al punto P0, el cual es nuestro punto de inicio, la tabla de arrastre corregida es la siguiente:



**GRAFICO 3.12:** Arrastre de coordenadas de IGM1 A PI-0

## ARRASTRE DE COORDENADAS DEL IGM #1 HASTA PI-0

ESTACION	Angulo Observado	Corr.	Angulo Corregido	AZIMUT	Rumbo			E-Seno-W N-Coseno-S	Distancia DH	PROYECCIONES						COORDENADAS		ESTACION
					N	S	E			W	N (+)	A	S (-)	E (+)	B	W (-)	X	
IGM - 1																581351,63	9741744,19	IGM - 1
				50,526	N	50,526	E	0,7719 0,6357	10,950	6,961			8,452					
E-1	187,680	1"	187,697													581360,08	9741751,15	E-1
				58,223	N	58,223	E	0,8501 0,5266	41,330	21,765			35,135					
E-2	190,205	1"	190,222													581395,21	9741772,92	E-2
				68,445	N	68,445	E	0,9301 0,3674	6,200	2,278			5,766					
Po	334,301	1"	334,318													581400,98	9741775,20	Po
				222,763	S	42,763	W	0,6790 0,7342	21,460			-15,755		-14,571				
E-3	196,915	1"	196,932													581386,41	9741759,44	E-3
				239,695	S	59,695	W	0,8634 0,5046	21,820			-11,010		-18,838				
E-4	195,401	1"	195,418													581367,57	9741748,43	E-4
				255,113	S	75,113	W	0,9664 0,2569	16,500			-4,239		-15,946				
IGM - 1	335,396	1"	335,413													581351,63	9741744,19	IGM - 1
				50,526														
	1439,900		1440,000						118,260	31,004		-31,005	49,354		-49,355			

Suma Teorica 1440,000

Suma Obtenida 1439,900

Error en angulo 0,100

E Max. Per 0,428

OK

$\sum N$	31,004	$\sum E$	49,354	Longitud	118,260
$\sum S$	-31,005	$\sum W$	-49,355	Error	0,002

				cierre	
$\Delta NS$	0,001	$\Delta EW$	0,001	obtenido	71952,9
$\sum N +$	62,009	$\sum E +$	98,709	cierre	10000,0
Correci on NS	0,0116	Correci on EW	0,015		OK
(mm/MI)		(mm/MI)			

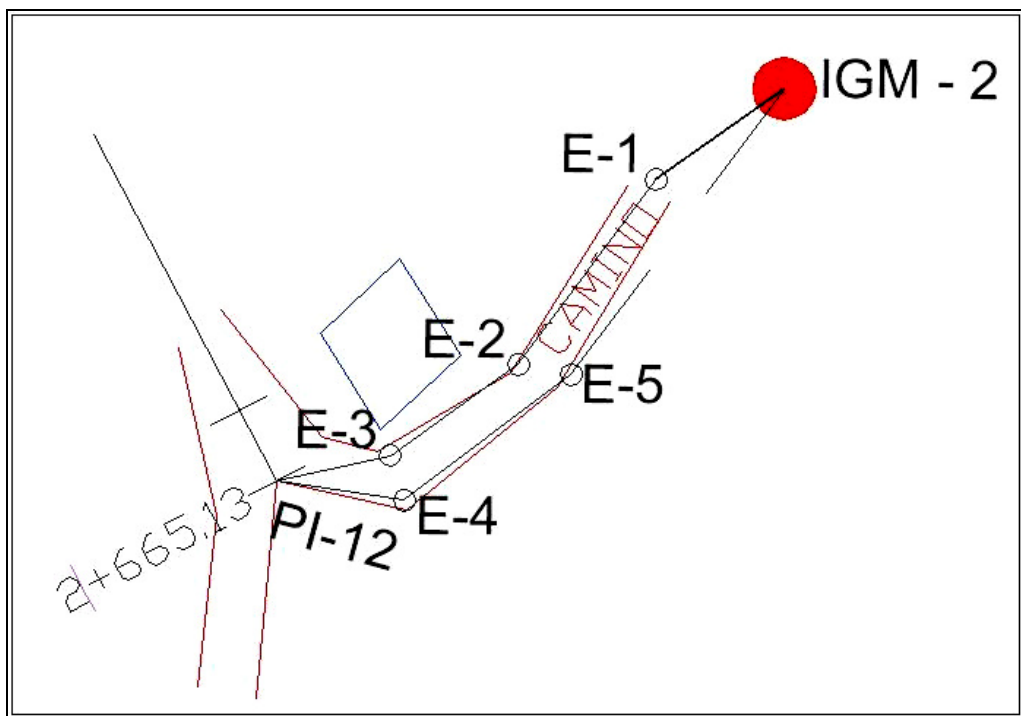
Error es minimo y no es necesario repartirlo. (1 mm)

TABLA 3.5: Arrastre de coordenadas de IGM1 A PI-0



## SEGUNDO ARRASTRE DE COORDENADA (COORDENADA PI<sub>12</sub>)

El mismo procedimiento lo realizamos para el Punto Final, el cual es el P 12; buscamos un IGM cercano, arrastramos las coordenadas del mismo al P12.



**GRAFICO 3.13:** Arrastre de coordenadas de IGM2 A PI-12

### ARRASTRE DE COORDENADAS DEL IGM #2 HASTA PI-12

ESTACION	Angulo Observado	Corr.	Angulo Corregido	AZIMUT	Rumbo			E-Seno-W N-Coseno-S	Distancia DH	PROYECCIONES						COORDENADAS		ESTACION
					N	S	E			W	N (+)	A	S (-)	E (+)	B	W (-)	X	
IGM - 2																583462,21	9741008,40	IGM - 2
				234,612	S	54,612	W	0,8152 0,5791	10,090		-0,001	-5,843 -5,844		-0,001	-8,226 -8,227			
E-1	162,063	1"	162,08													583453,98	9741002,56	E-1
				216,692	S	36,692	W	0,5975 0,8019	14,820		-0,001	-11,884 -11,885		-0,001	-8,855 -8,856			
E-2	197,949	1"	197,966													583445,13	9740990,68	E-2
				234,658	S	54,658	W	0,8157 0,5785	10,060		-0,001	-5,819 -5,820		-0,001	-8,206 -8,207			
E-3	202,693	1"	202,71													583436,92	9740984,86	E-3
				257,368	S	77,368	W	0,9758 0,2187	7,480		-0,001	-4,636 -1,637		-0,001	-7,299 -7,300			
PI-12	21,372	1"	21,389													583429,62	9740983,22	PI-12
				98,757	S	81,243	E	0,9883 0,1522	8,290		-0,001	-4,262 -1,263	8,193					
E-4	134,224	1"	134,2409													583429,62	9740981,96	E-4
				52,998	N	52,998	E	0,7986 0,6018	13,440	8,089 8,088	-0,001		40,733 10,732	-0,001				
E-5	163,650	1"	163,667													583440,35	9740990,05	E-5
				36,665	N	36,665	E	0,5971 0,8021	22,890	48,364 18,360	-0,001		43,668 13,667	-0,001				
IGM - 2	17,930	1"	17,9471													583454,02	9741008,41	IGM - 2
				234,612														
	899,883		900,000						87,070	26,450		-26,444	32,595		-32,586			

Suma Teorica 900,000

Suma Obtenida 899,883

Error en angulo 0,117

E Max. Per 0,462

Suma con error repartido 26,448

-26,448 24,402 -32,587

$\sum N$	26,450	$\sum E$	32,595	Longitud	87,070
$\sum S$	-26,444	$\sum W$	-32,586	Error	0,01082
$\Delta NS$	-0,006	$\Delta EW$	-0,009	cierre obtenido	8046,1
$\sum N + \sum S$	52,894	$\sum E + \sum W$	65,181	cierre especific.	10000,0
Correccio	-0,1111	Correccion EW	-0,1394		

(mm/MI)

**TABLA 3.6:** Arrastre de coordenadas de IGM2 A PI-12

### ARRASTRE DE COORDENADAS DE PI-0 HASTA PI-12

ESTACION	Angulo Observado	AZIMUT	Rumbo			E-Seno-W N-Coseno-S	Distancia DH	PROYECCIONES				COORDENADAS		ESTACION
			N S	E W				N (+)	S (-)	E (+)	W (-)	X	Y	
PI-0												581400,98	9741775,20	PI-0
		175,703	S	4,297	E	0,0749 0,9972	209,140		-208,552	15,671				
PI-1	145,730											581416,65	9741566,64	PI-1
		141,433	S	38,567	E	0,6234 0,7819	182,220		-142,474	113,602				
PI-2	200,830											581530,25	9741424,17	PI-2
		162,263	S	17,737	E	0,3047 0,9525	232,760		-221,696	70,911				
PI-3	122,230											581601,15	9741202,47	PI-3
		104,493	S	75,507	E	0,9682 0,2503	264,760		-66,259	256,335				
PI-4	216,630											581857,48	9741136,17	PI-4
		141,123	S	38,877	E	0,6277 0,7785	370,910		-288,751	232,803				
PI-5	102,800											582090,26	9740847,40	PI-5
		63,923	N	63,923	E	0,8982 0,4396	483,410	212,498		434,200				
PI-6	191,010											582524,46	9741059,89	PI-6
		74,933	N	74,933	E	0,9656 0,2600	354,950	92,270		342,747				
PI-7	197,010											582867,22	9741152,12	PI-7
		91,943	S	88,057	E	0,9994 0,0339	387,340		-13,132	387,117				
PI-8	230,680											583254,33	9741138,94	PI-8
		142,623	S	37,377	E	0,6071 0,7947	16,870		-13,406	10,241				
PI-9	158,960											583264,57	9741125,53	PI-9
		121,583	S	58,417	E	0,8519 0,5237	115,200		-60,334	98,137				
PI-10	154,160											583362,70	9741065,17	PI-10
		95,743	S	84,257	E	0,9950 0,1001	25,020		-2,504	24,894				
PI-11	236,370											583387,59	9741062,67	PI-11
		152,113	S	27,887	E	0,4677 0,8839	89,880		-79,442	42,040				
PI-12												583429,62	9740983,22	PI-12

**TABLA 3.7:** Arrastre de coordenadas de PI-0 A PI-12

Después de realizar el arrastre de coordenadas del P0 y del P12 (Punto inicial y Final), como resultados tenemos las coordenadas reales de estos puntos.

Para proceder a realizar la comprobación de los PI, se debe arrastrar las coordenadas del P0 al P 12 pasando por todos los PI del eje de la carretera.

Después de realizar este arrastre de coordenadas, tenemos como resultado las coordenadas de todos los PI

### **3.5 Punto de inicio de curva (PC), Punto de terminación de curva (PT).**

Para el trazo de las curvas circulares el ingeniero ya debe haber determinado todos los elementos de las mismas y por lo tanto en el campo fijara primero el PI y medirá con cinta para hallar los puntos de las subtangentes (punto donde comienza la curva) que son los PC y los PT.

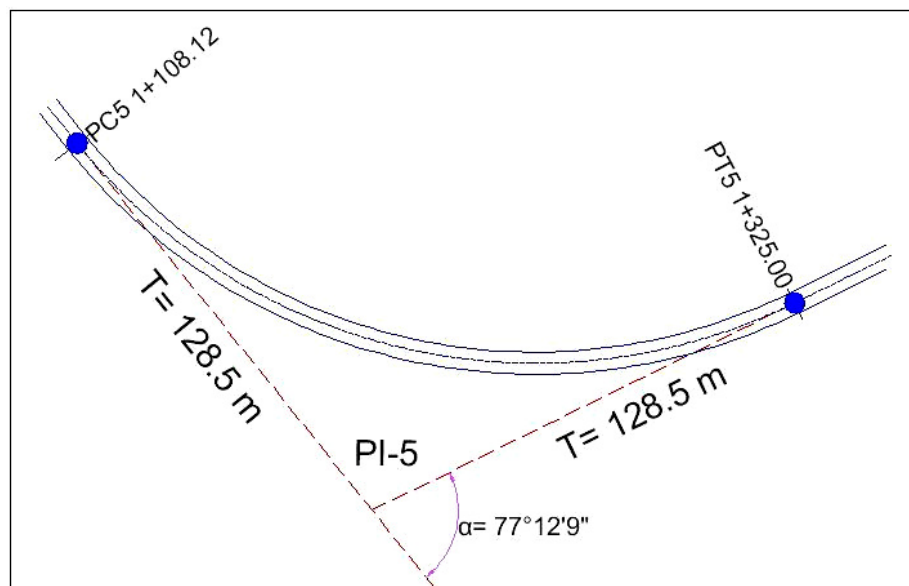
Tomaremos de ejemplo la curva horizontal # 5 y con los datos señalaremos el procedimiento para ubicar los PC y PT.

### CURVA #5

$\alpha =$	77° 12' 9"
R =	160,96 M
T =	128,50 M
LC =	216,88 M
PC =	1+108,12
PT =	1+325,00

**TABLA 3.8:** Datos de curva 5.

- ✓ Una vez ubicados en el PI5, encaramos hacia PI4.
- ✓ De la cartilla de la curva # 5 obtenemos el valor de  $T = 128,50$  m (tangente o longitud de tangente de la curva), y en alineamiento encerado medimos esa distancia y colocamos una estaca marcando el PC5.
- ✓ Luego transitamos el aparato y medimos el ángulo de deflexión  $\alpha = 77^{\circ}12'09''$  para obtener el nuevo alineamiento con el PI6.
- ✓ En este alineamiento medimos la distancia  $T = 128,50$  m y colocamos una estaca marcando el PT5.



**GRAFICO 3.14:** Vista en Planta PI – 5

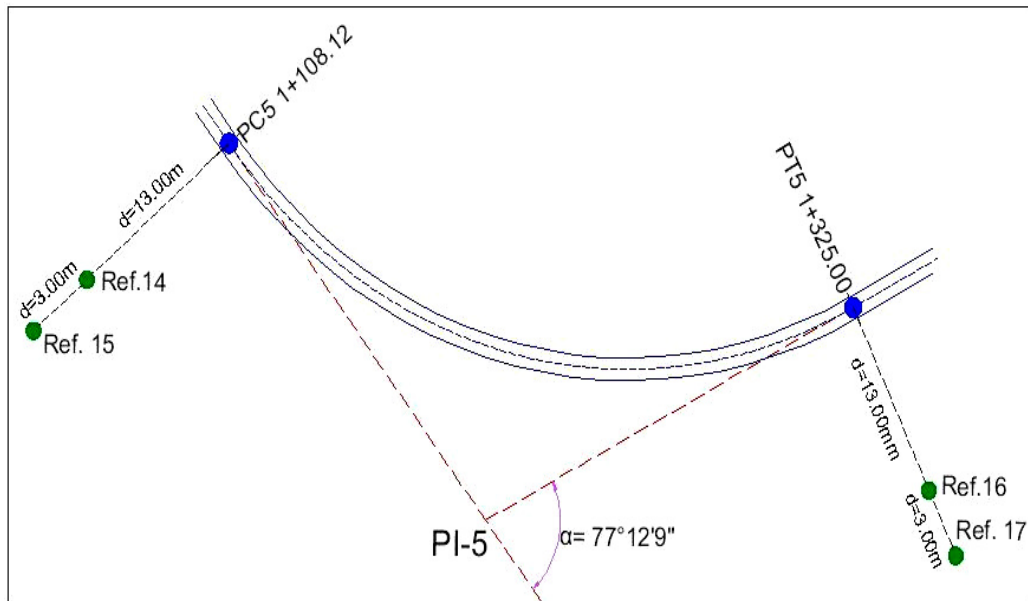
### **3.6 Referencias de Puntos: Punto Inicial ( $P_O$ ), Punto Final ( $P_F$ ), Punto de Inicio de curva ( $P_C$ ), Punto de Terminación de curva ( $P_T$ ).**

El objeto de las referencias es el de fijar la posición de un punto con relación a otros fijos que se supone permanecerán fijos durante la construcción del camino. Muchos de los puntos del trazo desaparecerán durante el desmonte y construcción del camino, por lo que estando ellos referenciados se pueden fijar nuevamente y por lo tanto reconstruirse el trazo. El referenciar puntos de una línea, es de gran importancia y por lo tanto debe ejecutarse en forma correcta.

Para referenciar un punto se emplean ángulos y distancias medidas con exactitud, prefiriendo siempre que los puntos escogidos como referencia quedan fuera del derecho de la vía. El cálculo de este ancho de desbroce se realizara en la sección 3.8.1.

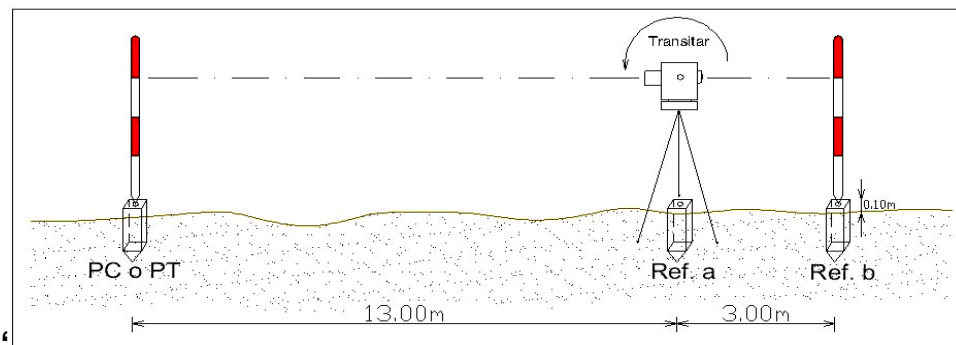
Es absolutamente necesario que el Ingeniero deje referenciados todos los puntos que definen el trazo tales como  $PI$ ,  $P_C$ ,  $P_T$  y varios  $POT$  procurando que estos no disten entre sí más de 500 m.

Para colocar las referencias en nuestro proyecto, se utilizara el instrumento topográfico, situado en el  $P_C$  o  $P_T$ , dependiendo de que punto se quiera referenciar, se encera con el  $PI$  anterior o con el  $PI$  de la curva en estudio, y se mide un ángulo a  $90^\circ$  (o se anota el ángulo medido a una referencia) y una distancia mayor al ancho de desbroce y se colocan dos mojones topográficos, situados en la misma línea y a una distancia no muy lejana (menor de 3 m de separación).



**GRAFICO 3.15:** Vista en planta de referencias en el PI – 5

**NOTA:** Estas referencias se las coloca en una distancia mayor al ancho o franja de desbroce para que la maquinaria encargada de realizar dicha actividad no las destruya, ya que estos son puntos fijos que ayudaran a replantear el  $P_o$ ,  $P_F$  y los PC y PT.



**GRAFICO 3.16:** Alzado de referencias de PC o PT

Para el replanteo a realizar el ancho o franja de desbroce se lo calculará de acuerdo a la sección 3.8.1., estas medidas están explicadas en el Grafico 3.8.

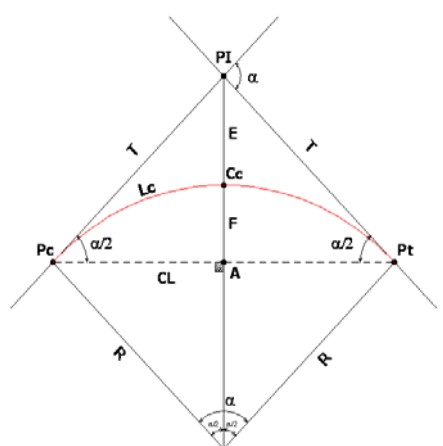
### 3.7 Replanteo de Curvas horizontales

El eje de la vía está constituido, tanto en sentido horizontal como en el vertical, por una serie de rectas unidas sucesivamente por curvas.

El alineamiento horizontal está constituido por rectas o alineamientos rectos que se conectan entre sí generalmente por medio de **curvas circulares** que proporcionan el correspondiente cambio de dirección que mejor se acomode al correcto funcionamiento de la vía. Dichas curvas, además, deben ser fáciles de localizar en el terreno y económicas en su construcción.

Las curvas circulares pueden ser simples, compuestas o reservas. Las simples son las de uso más general; las compuestas se usan menos, en casos especiales, y las reservas no se deben de usar sino en casos excepcionales. En nuestro proyecto, se utilizaron **curvas circulares simples**

Los elementos que conforman las curvas horizontales están dados en la siguiente Figura.



**FIGURA 3.13:** Elementos de una curva horizontal



Donde:

PI: Punto de intersección entre las 2 tangentes

$\alpha$ : Angulo de la curva, o sea, la deflexión entre las 2 tangentes

R: Radio de la curva

Pc: Punto común entre la tangente y la curva y se lo denomina "Principio de Curva"

Pt: Punto común entre la tangente y la curva y se lo denomina "Punto de terminación de Curva"

E: Es la external de la curva, es decir el segmento PI-Cc

F: Es la flecha de la curva, es decir, el segmento Cc-A

T: Es la tangente o longitud de tangente de la curva entre Pc y PI y entre Pt y PI

Lc: Es la longitud de curva, es decir, el arco entre Pc y Pt

CL: Es la cuerda larga que sustenta a la longitud de la curva y corresponde a la recta Pc-Pt

Cc: Es el punto medio del arco circular

### **3.7.1 Interpretación y Comprobación de Libreta de Curvas Horizontales**

Cuando se realiza el diseño de la vía, en las memorias se entregan todos los datos de las curvas horizontales, estos tienen que chequearse antes de proceder a realizar el replanteo, para evitar perdidas de tiempo, que a la vez son perdidas de dinero. Los datos que debemos revisar son:

- ✓ Longitud de Curva ( $L_C$ )
- ✓ Angulo de Deflexión ( $\alpha$ )

Por efecto de nuestra explicación tomaremos de ejemplo la curva horizontal # 6 (izquierda).

$$\alpha/2 = 5^{\circ}30'27''$$

$$LC = 41,45 \text{ m}$$

### CALCULO DE CURVA HORIZONTAL #6 (IZQUIERDA)

ABSISA	DISTANCIA HORIZONTAL	DISTANCIA ACUMULADA	DELTA ANGULO	ANGULO DE DEFLEXION				ANGULO ACUMULADO				
				Decimales	G	M	S	Decimales	G	M	S	
1+659,12		0,00						0,000	0	0	0	PC
	0,88		0,133	0,117	0	7	0					
1+660,00		0,88						0,117	0	7	0	
	10,00		0,133	1,329	1	20	43					
1+670,00		10,88						1,445	1	27	43	
	10,00		0,133	1,329	1	20	43					
1+680,00		20,88						2,774	2	46	27	
	10,00		0,133	1,329	1	20	43					
1+690,00		30,88						4,103	4	6	10	
	10,00		0,133	1,329	1	20	43					
1+700,00		40,88						5,431	5	26	53	
	0,57		0,133	0,076	0	5	34					
1+700,57		41,45						5,507	5	30	27	PT

TABLA 3.9: Cartilla de Curva Horizontal #6.

#### 3.7.1.1 Longitud de Curva ( $L_c$ )

La comprobación de la longitud de la curva se la realiza sumando las distancias horizontales y verificando que las distancias acumuladas concuerden con las que están en las cartillas. En el ejemplo son los valores que están sombreados con amarillo.

### 3.7.1.2 Angulo de Deflexión ( $\alpha$ )

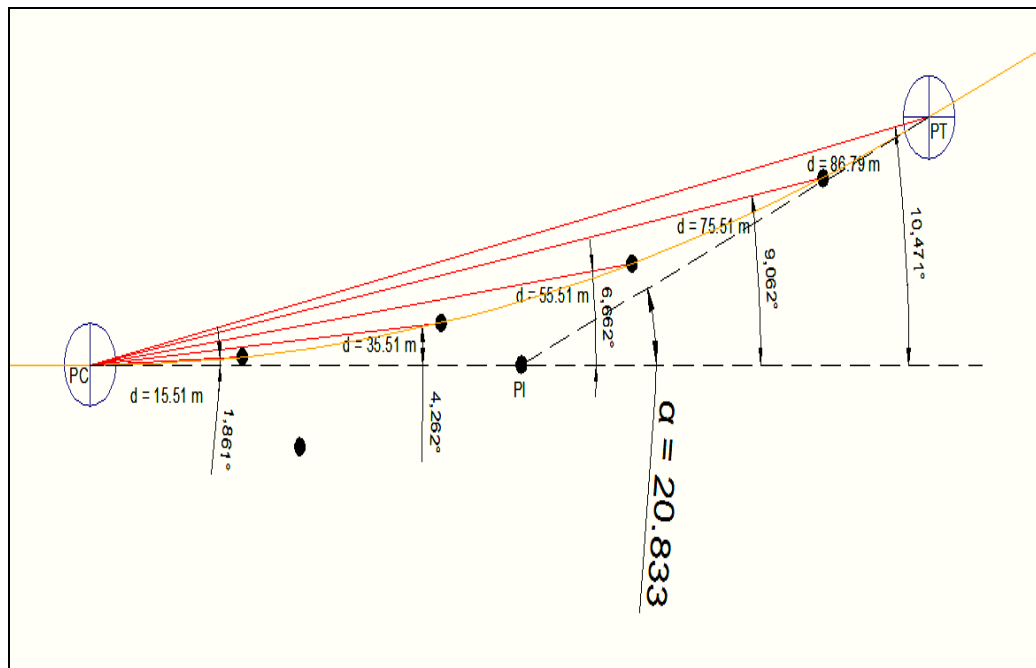
La comprobación de los ángulos de deflexión se la realiza de la siguiente forma:

- ✓ Se calcula los ángulos de deflexión para cada abscisa, multiplicando las distancias horizontales con el delta ángulo, y se verifica que los ángulos calculados sean los de las cartillas
  
- ✓ Luego se verifican los ángulos acumulados y el ultimo debe ser igual a  $\alpha/2$

En el ejemplo son los valores que están sombreadas con verde.

### 3.7.2 Replanteo de Puntos de Curvas Horizontales.

Para realizar este trabajo, una vez que se ha vuelto a trazar los  $P_C$  y los  $P_T$  de cada curva, usando las referencias, procedemos a colocar nuestro Instrumento topográfico en el  $P_C$ , a continuación, encerrando con el PI anterior o con el PI de la curva en estudio, comienzo a medir los ángulos de deflexión acumulados, los cuales se encuentran en la tabla que ya fue revisada, estos ángulos los mido uno por uno. A cada ángulo le corresponde la distancia entre cada abscisa en la cual se coloca una estaca, al final, replanteando la curva, llegaremos nuevamente al  $P_T$ , el cual puede estar desubicado, con respecto a la medida inicial con los PI.



**FIGURA 3.14:** Replanteo de una curva horizontal

Tomaremos de ejemplo dos curvas horizontales, una curva horizontal Derecha y una curva horizontal Izquierda.

Como observamos en la tabla de Calculo De Curva Horizontal #1 (Derecha) y De Curva Horizontal #2 (Izquierda), a cada abscisa le corresponde una Distancia Acumulada y un Angulo de Deflexión acumulado. Estos datos se revisaron en la sección 3.7.1.

A continuación se procede a marcar los ángulos con el teodolito y distancias en el terreno con cinta y jalones, se estaca cada punto encontrado. Este proceso quedará explicado en los siguientes gráficos.

### CALCULO DE CURVA HORIZONTAL #1 (DERECHA)

ABSISA	DISTANCIA ACUMULADA	ANGULO ACUMULADO				
		Decimales	G	M	S	
0+159,36	0,00	0,000	0	0	0	PC
0+160,00	0,64	0,114	0	7	51	
0+170,00	10,64	1,888	1	53	18	
0+180,00	20,64	3,662	3	40	45	
0+190,00	30,64	5,437	5	26	12	
0+200,00	40,64	7,211	7	13	39	
0+210,00	50,64	8,985	8	59	6	
0+220,00	60,64	10,759	10	46	33	
0+230,00	70,64	12,533	12	32	59	
0+240,00	80,64	14,307	14	18	26	
0+250,00	90,64	16,081	16	5	53	
0+255,94	96,58	17,135	17	8	5	PT

**TABLA 3.10:** Cartilla de Curva Horizontal # 1.

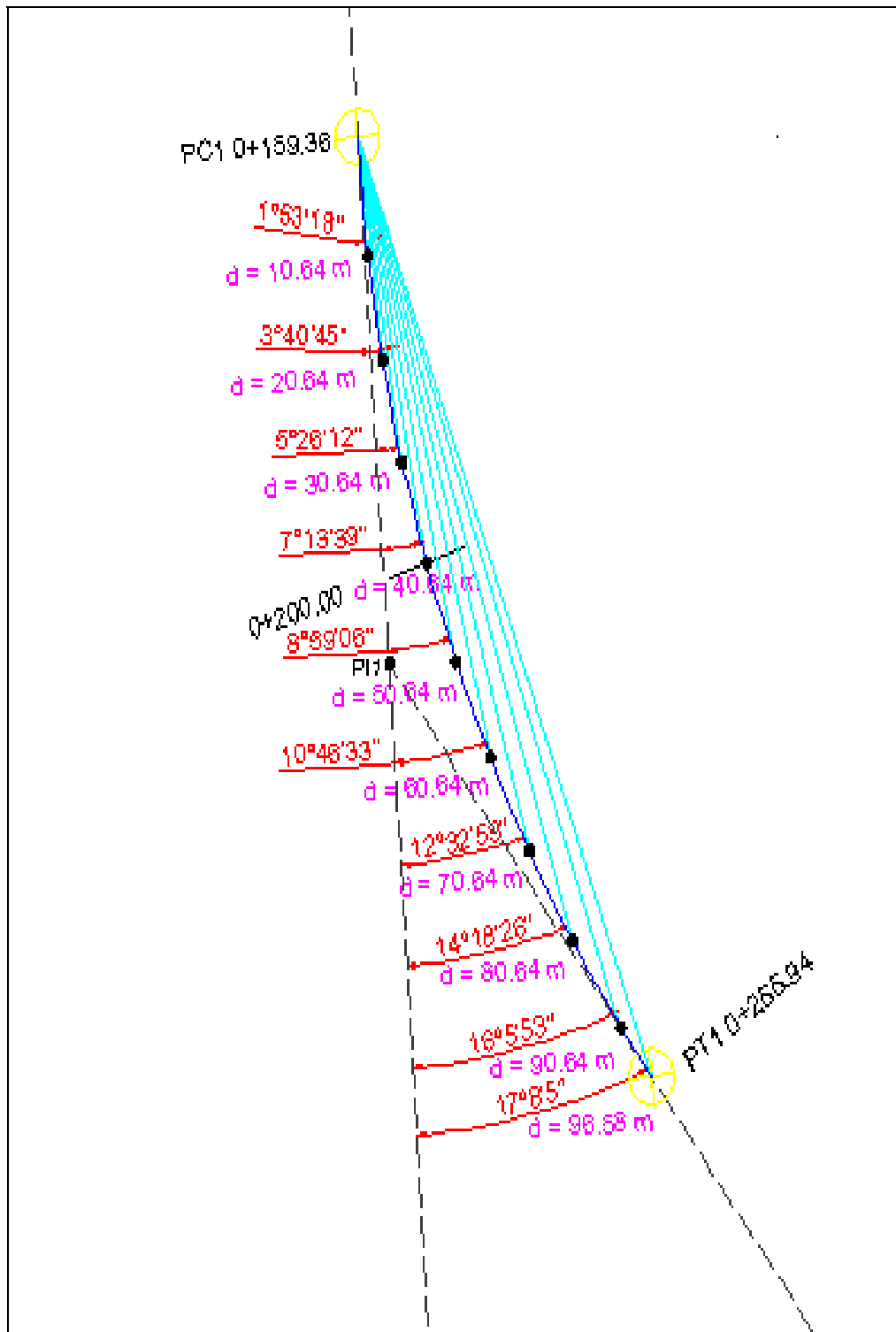


GRAFICO 3.17: Replanteo de Curva Horizontal # 1 (Derecha)

**CALCULO DE CURVA HORIZONTAL #2 (IZQUIERDA)**

ABSISA	DISTANCIA ACUMULADA	ANGULO ACUMULADO				
		Decimales	G	M	S	
0+344,49	0,00	0,000	0	0	0	PC
0+350,00	5,51	0,661	0	40	40	
0+360,00	15,51	1,861	1	52	41	
0+370,00	25,51	3,061	3	4	41	
0+380,00	35,51	4,262	4	16	42	
0+390,00	45,51	5,462	5	28	42	
0+400,00	55,51	6,662	6	40	43	
0+410,00	65,51	7,862	7	52	43	
0+420,00	75,51	9,062	9	4	44	
0+430,00	85,51	10,262	10	16	44	
0+431,29	86,79	10,417	10	25	00	

**TABLA 3.11:** Cartilla de Curva Horizontal # 2.

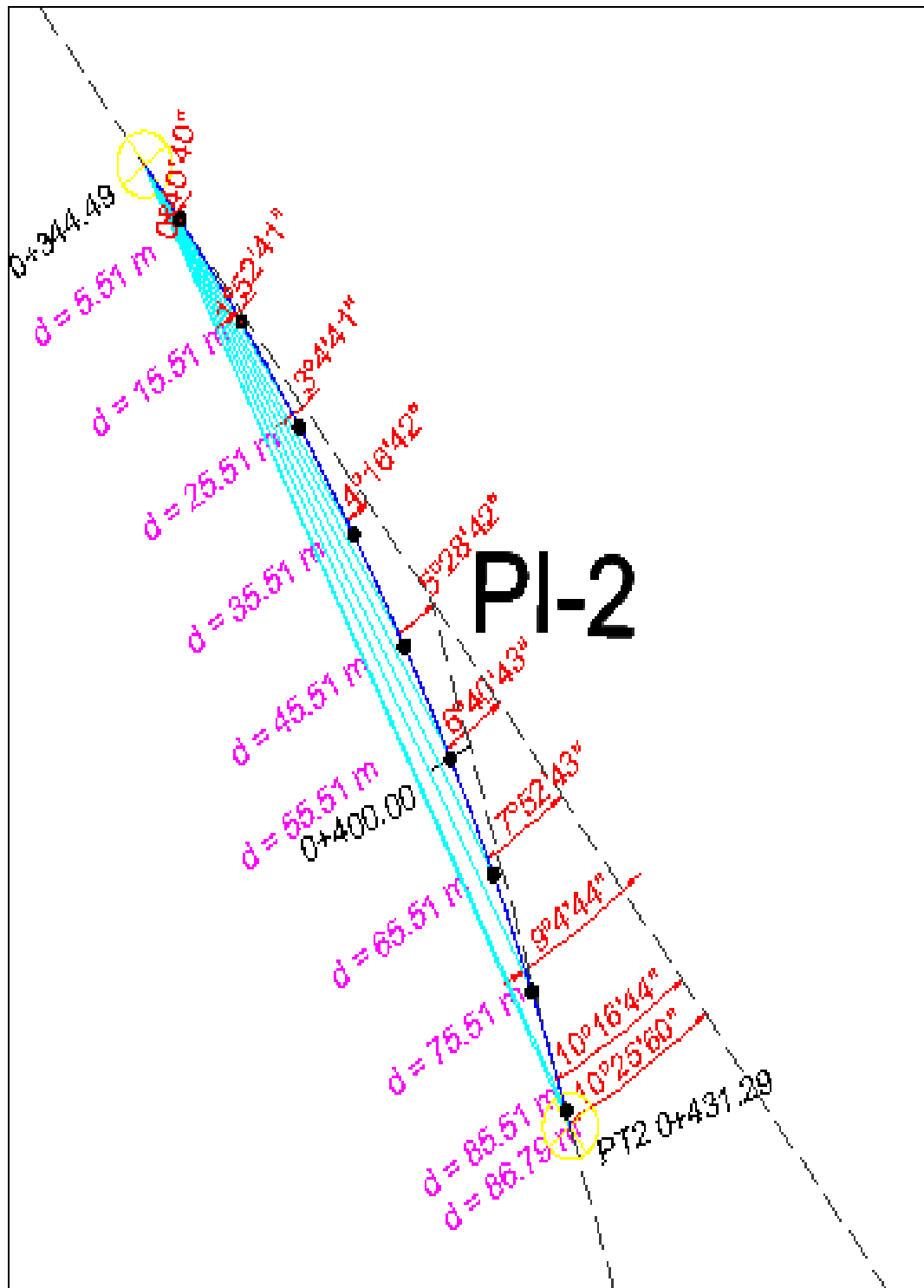


GRAFICO 3.18: Replanteo de Curva Horizontal # 2 (Izquierda)



### 3.7.2.1 Punto Obligado de Curva ( $P_{OC}$ )

La mejor manera de trazar las curvas es haciéndolo por mitades a partir del  $P_C$  y los  $P_T$  y a encontrarse en la mitad de la curva ya que así se evita que se acumule el error natural que haya en el trazo de la curva.

Sucede a menudo que no toda la curva puede verse desde el  $P_C$  y el  $P_T$ , necesitándose entonces cambiar el aparato a un punto sobre la curva (Punto Obligado de Curva  $P_{OC}$ ), para seguir trazándola.

Con lo mencionado anteriormente, el **Punto Obligado de Curva ( $P_{OC}$ )** es una ayuda que nos sirve para poder replantear la curva cuando la topografía de la misma, no nos permite hacerla por el método común.

Para realizar esto, se coloca el instrumento topográfico en el  $P_{OC}$ , se visa el  $P_C$  con los ceros del aparato coincidiendo y utilizando el movimiento general se da vuelta de campana y se gira el ángulo hasta el valor del ángulo acumulado del  $P_{OC}$  donde se encuentra el aparato, después se sigue midiendo los ángulos de la libreta de las curvas horizontales, y se sigue el procedimiento común para replantear las curvas.

En nuestro proyecto tuvimos la necesidad colocar un  $P_{OC}$  en la curva horizontal # 5, cuya longitud es de 216.88 m, en la abscisa 1+240.00 por motivo que no se lograba visualizar mas delante de dicha abscisa.

Para colocar el  $P_{OC}$  se procederá de la siguiente manera.

- ✓ Se colocará el teodolito en el  $P_{OC}$  y se encerrará con respecto al PC5,

- ✓ Se medirán los ángulos acumulados de la misma manera como se estaban midiendo, pero las distancias serán medidas acumuladas desde el  $P_{OC}$ .

### CALCULO DE CURVA HORIZONTAL #5 (DERECHA)

ABSISA	DISTANCIA HORIZONTAL	DISTANCIA ACUMULADA	ANGULO ACUMULADO				
			Decimales	G	M	S	
1+108,12		0,00	0,000	0	0	0	<b>PC</b>
	11,88						
1+120,00		11,88	2,114	2	7	51	
	20,00						
1+140,00		31,88	5,674	5	40	26	
	20,00						
1+160,00		51,88	9,234	9	14	1	
	20,00						
1+180,00		71,88	12,793	12	48	36	
	20,00						
1+200,00		91,88	16,353	16	21	11	
	20,00						
1+220,00		111,88	19,913	19	55	46	
	20,00						
<b><math>P_{OC}</math></b> 1+240,00		131,88	23,472	23	28	21	
	20,00						
1+260,00		20,00	27,032	27	2	55	
	20,00						
1+280,00		40,00	30,592	30	36	30	
	20,00						
1+300,00		60,00	34,152	34	9	5	
	20,00						
1+320,00		80,00	37,711	37	43	40	
	5,00						
1+325,00		85,00	38,601	38	36	4	<b>PT</b>

**TABLA 3.12:** Cartilla de Curva Horizontal # 5 con  $P_{OC}$

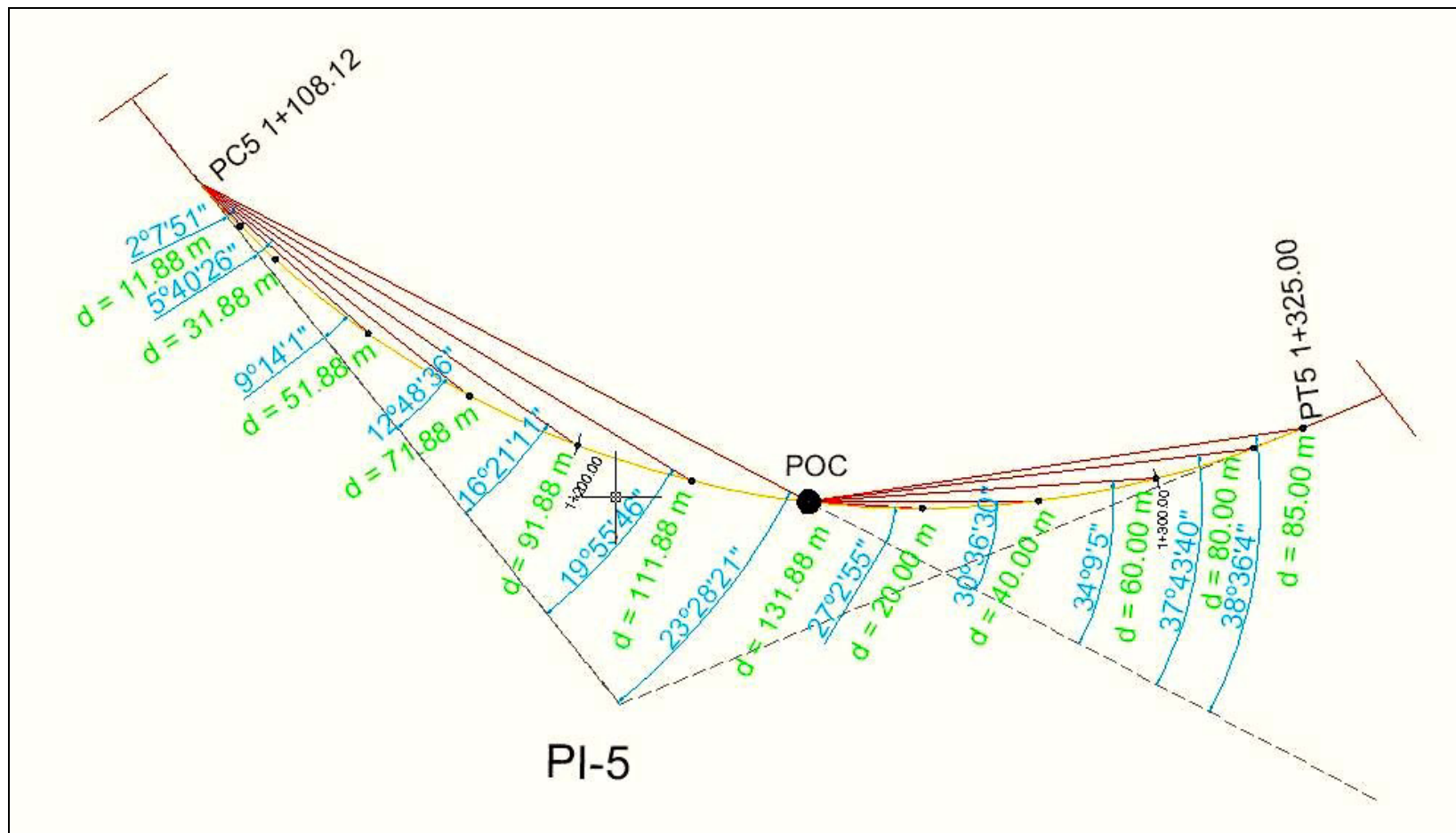


GRAFICO 3.19: Replanteo de Curva Horizontal # 5 utilizando un POC

### **3.7.3 Ajuste de las Curvas**

Después de realizar el replanteo de las curvas, nos va a pasar que no coincida el punto final de la curva, con el  $P_T$  que teníamos, este error debe de estar dentro de lo permisible, de acuerdo a la longitud de la curva y al error del aparato topográfico.

Se mantendrá el  $P_T$  que marcamos al inicio y que esta referenciado, luego el error se procede a distribuir a cada uno de los puntos dentro de la curva, y se vuelve a replantear la curva.

### **3.7.4 Abscisado del eje de la Vía.**

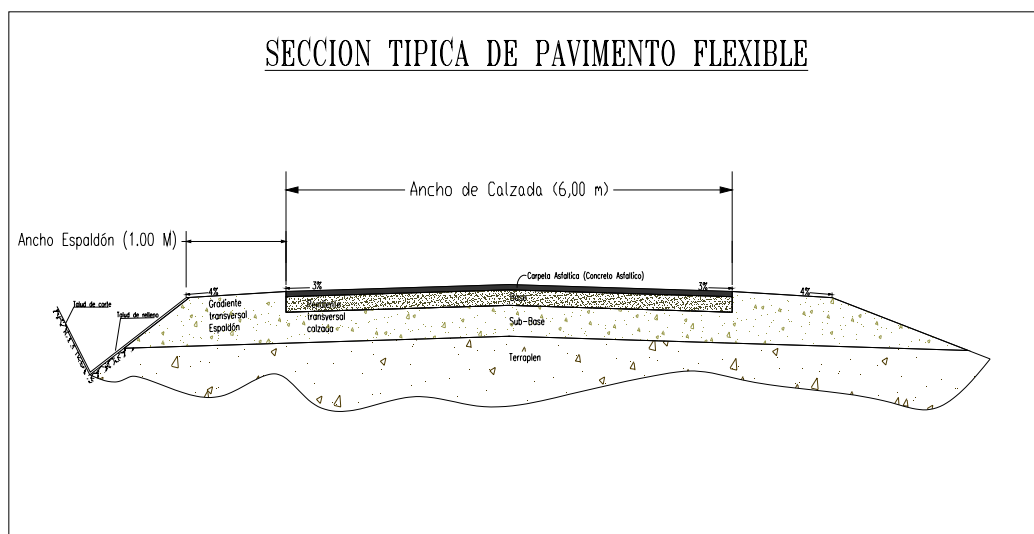
Una vez replanteada la curva, con todas las correcciones, se procede a abscisar nuevamente el eje de la vía, que incluye los tramos rectos y las curvas horizontales.

## **3.8 Replanteo de Sección Típica de la Vía**

Una vez que se ha realizado el replanteo del eje de la vía, se procede a abscisar cada 20 metros con latillas o estacas el eje de la carretera incluyendo ahora los PC, los PT y los puntos internos de las curvas horizontales. Estas latillas o estacas deben estar marcadas notoriamente, pintadas con un color llamativo (preferible pintura fosforescente), y resaltando más aún el eje cada 100 metros.

Para el replanteo de la Sección Típica de la vía es necesario tener la información la misma que consta de:

- ✓ Carpeta de rodadura de Hormigón Asfáltico e= 3pulg
- ✓ Capa de Base granular e=15cm
- ✓ Sub-base granular e=40cm
- ✓ Ancho de Calzada: 6.00 m
- ✓ Ancho de Espaldones (2 lados): 2.00 m
- ✓ Sobre ancho de Taludes Base y Sub base:1.66 m



**FIGURA 3.15:** Sección típica de Pavimento Flexible.

### 3.8.1 Cálculo del Ancho o Franja de Desbroce

Para poder calcular la franja de desbroce se procede a obtener información de los diseños, de las secciones transversales realizadas cada 20 metros y de cada punto relevante como los PC, PT, puntos de drenaje etc., se obtienen anchos de de taludes te terraplenes de corte o relleno, con los cuales se procederá a definir un ancho estimativo en el cual operará la maquinaria que realizaran los trabajos de Desbroce y Limpieza.

Teniendo la sección típica del proyecto, se procede a estimar el ancho promedio de desbroce teniendo en cuenta el ancho de calzada, ancho de espaldones y los sobre anchos establecidos por los taludes del diseño de pavimento, los mismos que tienen que ser analizados con la ayuda de los perfiles transversales realizados en el diseño Vertical, puesto que los anchos promedio de desbroce varían a lo largo de la vía.

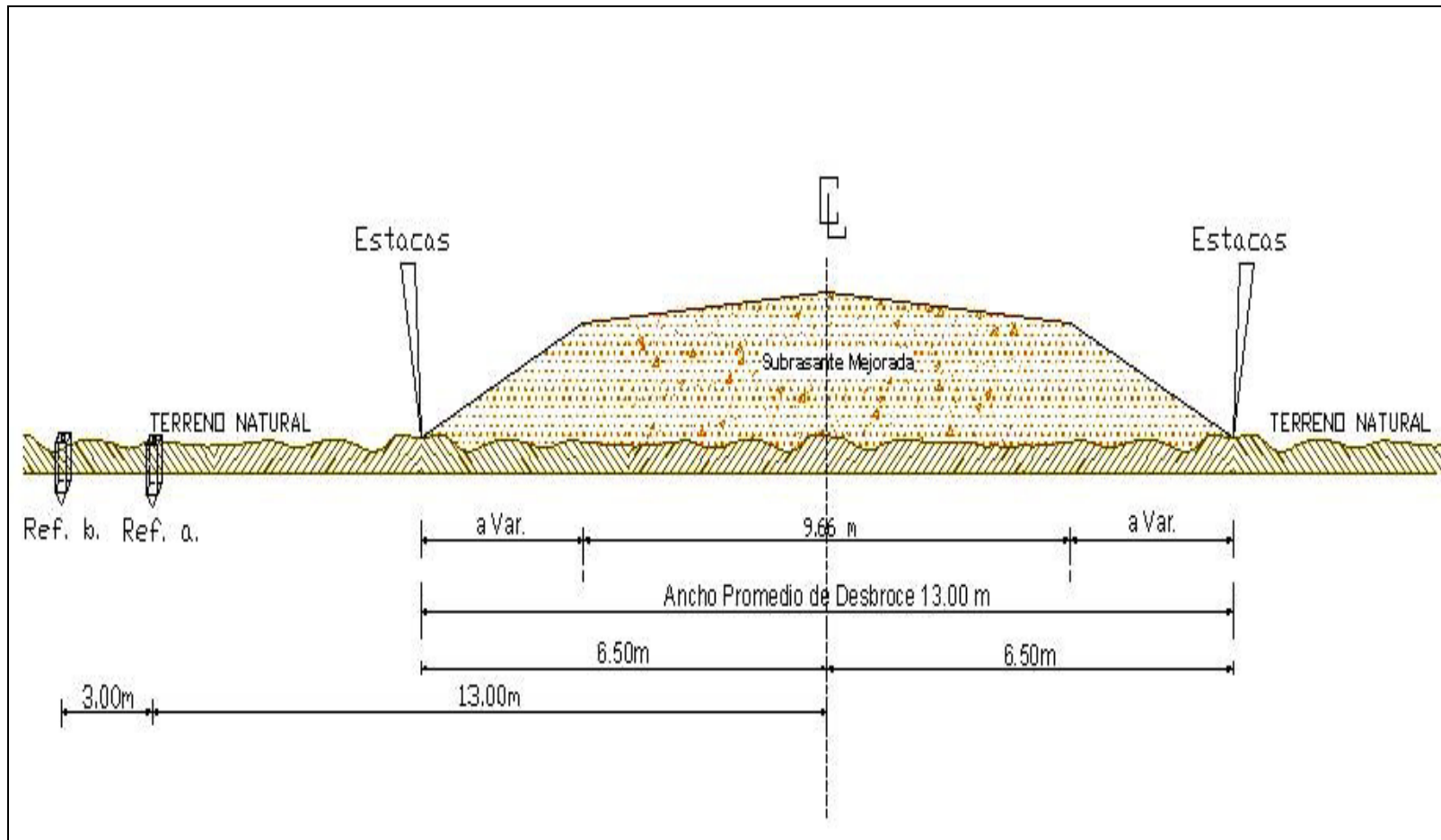
El cálculo para nuestro proyecto y sección típica es el siguiente:

✓ Ancho de Calzada:	6.00 m
✓ Ancho de Espaldones (2 lados):	2.00 m
✓ Sobre ancho de Taludes Base y Sub base:	1.66 m
✓ Sobre ancho promedio de Terraplén:	<u>3.00 m</u> (1.50 m / lado)
<b>TOTAL ANCHO PROMEDIO DESBROCE:</b>	<b>12.66 m</b>

Con este cálculo podemos asumir en el campo un ancho Total de Desbroce de 13.00 m por cuestiones de trabajabilidad.

Con ayuda de este cálculo, estamos seguros que la distancia del eje de la vía hacia las referencias que adoptamos esta correcta, y que las maquinarias encargadas de las actividades de limpieza, desbroce y movimiento de tierra no las destruirán.

Los anchos promedios producidos por los taludes de la subrasante fueron asumidos en 1.50m de cada lado, y tendrán que ser revisados y comparados con los anchos establecidos en las secciones transversales del proyecto vertical.

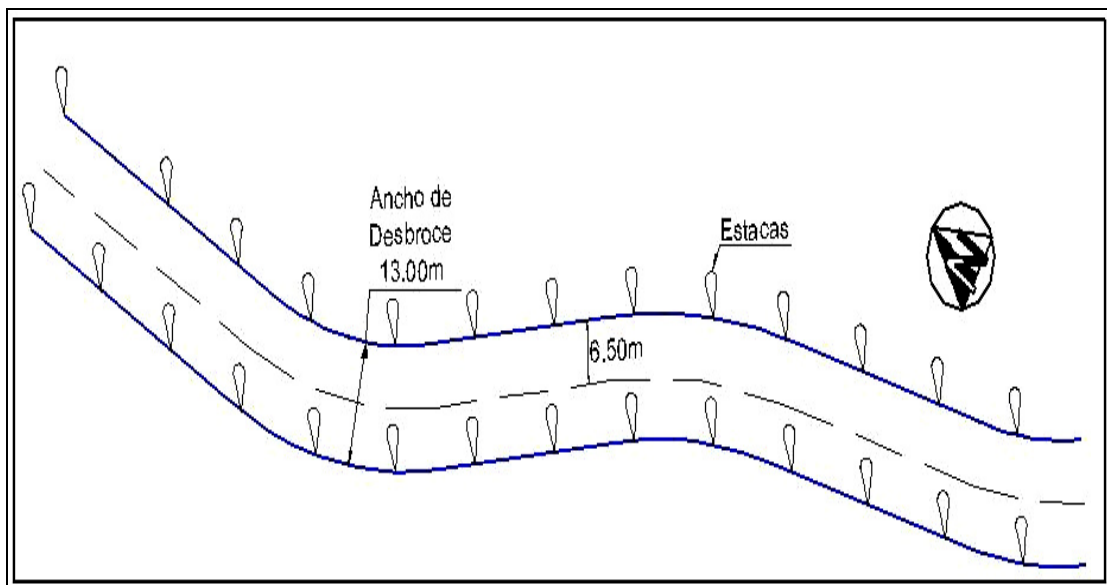


**GRAFICO 3.20:** Ancho o franja de desbroce

### 3.8.2 Colocación de estacas laterales para Limpieza y Desbroce del Eje de la Vía

Desde cada abscisa del eje, el topógrafo procederá a marcar hacia la derecha e izquierda perpendicular al eje de la vía, y con el ancho estimado anteriormente, colocando las balizas pintadas en todo el trayecto que se quiera trabajar, para la fácil visualización del equipo caminero al momento de comenzar a realizar los trabajos.

Teniendo entonces un ancho de franja de desbroce de 13.0m, el personal de topografía procederá a marcar con latillas desde el eje hacia ambos lados una distancia de 6.5 m, haciendo esto cada 20 metros o en menores distancias dependiendo de las condiciones del terreno.



**GRAFICO 3.21:** Estacado lateral para limpieza y desbroce

A partir de este momento el terreno queda listo para el ingreso de la maquinaria que realizará la Limpieza y Desbroce, y posteriormente todo el movimiento de tierra para ejecutar el proyecto vertical.



### 3.9 Cuadro De Cantidades Y Precios

**OBRA DISEÑO DE LA VIA CERECITA-BAJADA DE TAMARINDO:**

RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>1,00</b>	<b>TRAZADO Y REPLANTEO</b>				
1,01	REPLANTEO DEL EJE	M	1.856,02	1,06	1.967,38
1,02	REPLANTEO DE CURVAS HORIZONTALES	M	809,11	1,95	1.577,76
1,03	COLOCACIÓN DE REFERENCIAS	U	55,00	32.97	1.813.35
<b>TOTAL</b>					<b>5.358,49</b>

**TABLA 3.15:** Cuadro de cantidades y precios de Trazado y Replanteo

**NOTA:** *El rubro de REPLANTEO DE EJE, incluye el desbroce manual, y la colocación de estacas laterales para limpieza y desbroce.*

A continuación se detalla al análisis de precios unitarios de cada uno de los rubros.

<b>OBRA:</b> Metodología de Trazado y Replanteo		<b>Rendimiento:</b> 20,00			
<b>RUBRO:</b>	Replanteo del eje de la carretera			<b>UNIDAD:</b> m	
<b>A.- MATERIALES</b>		<b>unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>precio unitario</b>	<b>precio total</b>
TIRAS		ML	0,500	0,25	0,125
PINTURA		GLN.	0,007	8,00	0,059
<b>SUBTOTAL (A)</b>					0,184
<b>B.- EQUIPO</b>		<b>cantidad</b>	<b>Costo Hora</b>	<b>rendimiento</b>	<b>precio total</b>
CINTA		2	0,200	20,00	0,020
TEODOLITO		1	3,000	20,00	0,150
MIRA		2	0,200	20,00	0,020
JALONES		4	0,100	20,00	0,020
<b>SUBTOTAL (B)</b>					0,210
<b>C.- MANO DE OBRA</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>JORN. REAL</b>	<b>REND. HOR</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
TOPOGRAFO		1	1,510	20,000	0,076
CADENEROS		3	1,510	20,000	0,227
MACHETEROS		2	1,510	20,000	0,151
<b>SUBTOTAL (C)</b>					0,4530
<b>D.- TRANSPORTE</b>		<b>DISTANCIA</b>	<b>CANT.</b>	<b>M3/KM</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
<b>TOTAL (D)</b>					
<b>E.- COSTO UNITARIO DIRECTO (A+ B + C+D)</b>					0,847
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>					
<b>(F) GASTOS GENERALES</b>		12%			0,102
<b>(G) IMPREVISTOS :</b>		3% DE			0,025
<b>(h) UTILIDADES :</b>		10% DE			0,085
				SUMA =	0,212
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					1,06
<b>OBSERVACIONES:</b>					
<b>PROPONETE</b>			<b>Fecha:</b> Mar - 09		

TABLA 3.16: APU: Replanteo de eje de carretera

<b>OBRA:</b> Metodología de Trazado y Replanteo			<b>Rendimiento:</b> 10,00	
<b>RUBRO:</b>	Replanteo de Curvas Horizontales			<b>UNIDAD:</b> M
<b>A.- MATERIALES</b>	<b>unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>precio unitario</b>	<b>precio total</b>
TIRAS	ML	0,400	0,25	0,100
PINTURA	GLN.	0,100	8,00	0,800
		0,015		
<b>SUBTOTAL (A)</b>				0,900
<b>B.- EQUIPO</b>	<b>cantidad</b>	<b>Costo Hora</b>	<b>rendimiento</b>	<b>precio total</b>
CINTA	2	0,200	20,00	0,020
TEODOLITO	1	3,000	20,00	0,150
MIRA	2	0,200	20,00	0,020
JALONES	4	0,100	20,00	0,020
<b>SUBTOTAL (B)</b>				0,210
<b>C.- MANO DE OBRA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORN. REAL</b>	<b>REND. HOR</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
TOPOGRAFO	1	1,510	20,000	0,076
CADENEROS	3	1,510	20,000	0,227
MACHETEROS	2	1,510	20,000	0,151
<b>SUBTOTAL (C)</b>				0,4530
<b>D.- TRANSPORTE</b>	<b>DISTANCIA</b>	<b>CANT.</b>	<b>M3/KM</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
<b>TOTAL (D)</b>				
<b>E.- COSTO UNITARIO DIRECTO (A+ B + C+D)</b>				1,563
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				
(F) GASTOS GENERALES	12%			0,188
(G) IMPREVISTOS :	3% DE			0,047
(h) UTILIDADES :	10% DE			0,156
			SUMA =	0,391
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>				1,95
OBSERVACIONES:				
PROPONETE			Fecha: Mar - 09	

TABLA 3.17: APU: Replanteo de curva horizontal

<b>OBRA:</b> Metodología de Trazado y Replanteo		<b>Rendimiento:</b> 1,0000		
<b>RUBRO:</b>	Colocacion de referencias			<b>UNIDAD:</b> U
<b>A.- MATERIALES</b>	<b>unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>precio unitario</b>	<b>precio total</b>
HIERRO D= 10MM	KG	4,200	0,76	3,19
ARENA	M <sup>3</sup>	0,208	15,00	3,12
CEMENTO	KG	89,000	0,13	11,57
AGUA	LT	51,000	0,02	1,02
CUARTONES	M	4,000	0,38	1,52
TABLAS	ML	4,000	0,63	2,50
CLAVOS	LBS	0,040	0,40	0,02
ABREHOYO	U	0,800	0,35	0,28
<b>SUBTOTAL (A)</b>				23,22
<b>B.- EQUIPO</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Hora</b>	<b>rendimiento</b>	<b>precio total</b>
<b>SUBTOTAL (B)</b>				-
<b>C.- MANO DE OBRA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORN. REAL</b>	<b>REND. HOR</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
PEONES	2	1,510	0,9552	3,16
<b>SUBTOTAL (C)</b>				3,16
<b>D.- TRANSPORTE</b>	<b>DISTANCIA</b>	<b>CANT.</b>	<b>M3/KM</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
<b>TOTAL (D)</b>				
<b>E.- COSTO UNITARIO DIRECTO (A+ B + C+D)</b>				26,38
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				
(F) GASTOS GENERALES	12%			3,166
(G) IMPREVISTOS :	3% DE			0,791
(h) UTILIDADES :	10% DE			2,638
			<b>SUMA =</b>	6,595
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>				32,97
<b>OBSERVACIONES:</b>				
<b>PROPONETE</b>		<b>Fecha:</b> Mar - 09		

TABLA 3.18: APU: Ubicación de referencias

## **CAPÍTULO IV.**

### **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 Conclusiones**

- La futura ejecución de los trabajos de esta carretera mejorará el sistema de vida y la economía de los habitantes de los recintos Cerecita, Tamarindo y La Bajada de Progreso.
- Es de vital importancia la recopilación e interpretación de toda la información necesaria del proyecto para poder dar inicio con los trabajos de trazado y replanteo de una vía.
- El personal destinado a los trabajos de Replanteo de una vía debe de ser un personal capacitado capaz de trabajar en conjunto, puesto que estos trabajos implican una perfecta coordinación y ordenamiento tanto de datos como de puntos que se establecen o replantean en el campo.
- Todo trabajo de Trazado y Replanteo de una vía debe ser realizado lo mas detalladamente posible, y deberá ser revisada cada cierta distancia para en caso de existir algún error sea fácil de corregirlo.

- Es obligación del personal de topografía que realiza el Replanteo, junto con la fiscalización de la obra vial, revisar los ángulos de la poligonal abierta por medio de observaciones solares, y las distancias entre los PI por medio de arrastre de coordenadas, para así en caso de existir errores sean estos repartidos.
- Debemos tener presente la gran importancia que implica el replanteo y trazado de un proyecto vial, pues ésta constituye el inicio de todo el trabajo y aporta a la correcta ejecución de los mismos, puesto que se deberá plasmar en el terreno las características físicas de la carretera contenidas en el plano de proyecto

#### **4.2 Recomendaciones**

- Realizar un recorrido del sector donde se realizará la construcción futura de la vía, previo al inicio de los trabajos del replanteo, con el fin de obtener la suficiente información de las condiciones reales del terreno y así compararlas con las establecidas en los planos de proyecto.
- Para el replanteo y trazado de carreteras se debe obtener todos los datos proporcionados por el diseño del proyecto, además la localización de Hitos con cotas verdaderas, los mismos que son proporcionados por el Instituto Geográfico Militar, y hallar en forma correcta las referencias establecidas para los puntos de partida y llegada del eje de la vía.
- Todos los trabajos de trazado y replanteo de una carretera se deben realizar con la mayor precisión posible, pues éste es uno de los

factores más importantes para la futura construcción de una vía; por lo que es necesario utilizar equipos topográficos con alta precisión.

- Una vez realizado todo el replanteo del proyecto horizontal de la vía, es recomendable abscisar el eje de la vía incluyendo todos sus puntos de inicio y terminación de curvas, puntos de drenajes, y otros puntos de relevante importancia del proyecto.
- Todo el estacado que se vaya a realizar en el replanteo de un proyecto horizontal de una vía, debe de ser colocado de una forma en que permita fácilmente la visualización de las estacas, debiendo estar éstas bien pintadas y marcadas para evitar confusiones en el momento de alguna otra actividad.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Publicación Técnica de la Cámara de la Construcción de Guayaquil.
- [2] Especificaciones Generales del MOP-001F-2000.
- [3] Manual y Diseño de Carreteras MOP 2000.
- [4] Ing. Eduardo Santos Baquerizo – Apuntes de Seminario de Vías.
- [5] Ing. Eduardo Santos Baquerizo – Apuntes de Clases de Topografía, Pavimentos y Carreteras.
- [6] <http://www.construaprende.com>
- [7] [http:// www.inamhi.gov.ec](http://www.inamhi.gov.ec)
- [8] Biblioteca del Ing. Civil – Topografía Aplicada a la Construcción
- [9] Pedro Antonio Cochanta Rojas – Diseño Geométrico de Vías.



**ANEXOS**





