

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
(UNAN- MANAGUA)**

**RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN**



**SEMINARIO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO
TÉCNICO S/ING. CIVIL CON MENCIÓN /TOPOGRAFÍA**

**TEMA: REPLANTEO DE RASANTE PARA MOVIMIENTO DE
TIERRA DE VIAS DE ACCESO Y PARQUEO DE ESTADIO
NACIONAL DE FOOTBALL
(ESTADIO UNAN, MANAGUA)**

**ELABORADO POR:
BR. YAREL ELMER HERNADEZ ROCHA.
BR. JIMMY ANTONIO SABALLOS BONE.**

TUTOR: ING. WILBER PEREZ.

Tabla de contenido

| | | |
|------|--|----|
| I. | INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. | ANTECEDENTES | 2 |
| III. | Planteamiento del problema | 4 |
| IV. | JUSTIFICACIÓN | 5 |
| V. | OBJETIVOS | 6 |
| | 5.2 Objetivo general | 6 |
| | 5.3 Objetivo específico | 6 |
| VI. | Desarrollo | 7 |
| | 6.2 Situación geográfica y topográfica | 8 |
| | 6.3 Levantamiento utilizado en proyectos de ingeniería | 9 |
| | 6.3.1 Levantamiento y procedimiento | 9 |
| | 6.3.2 Metodología a utilizar en el levantamiento | 9 |
| | 6.3.3 Altimetría | 12 |
| | 6.3.4 Planimetría | 12 |
| | 6.4 Tipos de error de cierres para corrección de BM | 12 |
| | 6.4.1 Error de cierres | 12 |
| | 6.5 Descapote de terreno natural | 12 |
| | 6.5.1 Corte de terreno natural | 13 |
| | 6.5.2 Relleno de material | 13 |
| | 6.5.3 Metodología utilizada en el descapote | 13 |
| | 6.5.4 Descapote desde la estación inicio hasta el final | 14 |
| | 6.6 Replanteo | 14 |
| | 6.6.1 Metodología utilizada en el replanteo | 15 |
| | 6.6.2 Uso de línea y referencia | 16 |
| | 6.6.3 Uso de arco y referencia | 17 |
| | 6.7 Curvas horizontales | 18 |
| | 6.7.1 Elementos de curvas horizontales | 18 |
| | 6.7.2 Datos, cálculos y tablas de curvas horizontales | 18 |
| | 6.7.3 Datos de curva c1 | 20 |
| | 6.7.4 Datos de curva c2 | 21 |

| | | |
|--------|---|----|
| 6.7.5 | <i>Datos de curva c3</i> | 22 |
| 6.7.6 | <i>Datos de curva c4</i> | 23 |
| 6.7.7 | <i>Datos de curvas c5</i> | 24 |
| 6.7.8 | <i>Datos de curvas c6</i> | 25 |
| 6.7.9 | <i>Datos de curvas c7</i> | 26 |
| 6.8 | <i>Curvas verticales</i> | 27 |
| 6.8.1 | <i>Curvas verticales simétrica</i> | 28 |
| 6.8.2 | <i>Curvas verticales asimétricas</i> | 28 |
| 6.8.3 | <i>Longitud de las curvas verticales</i> | 28 |
| 6.8.4 | <i>Datos, cálculos y tablas de curvas verticales</i> | 31 |
| 6.8.5 | <i>Datos de curva vertical de cv1</i> | 31 |
| 6.8.6 | <i>Datos de curva vertical de cv2</i> | 32 |
| 6.8.7 | <i>Datos de curva vertical de cv3</i> | 33 |
| 6.8.8 | <i>Datos de curva vertical de cv4</i> | 34 |
| 6.8.9 | <i>Datos de curva vertical de cv5</i> | 35 |
| 6.8.10 | <i>Dato de curva vertical de cv6</i> | 37 |
| 6.8.11 | <i>Datos de curva vertical cv7</i> | 38 |
| 6.8.12 | <i>Datos de curva vertical cv8</i> | 39 |
| 6.9 | <i>Normas tomada por alcaldía de Managua</i> | 40 |
| 6.9.1 | <i>Consideraciones generales</i> | 41 |
| 6.9.2 | <i>Clasificación funcional de las carreteras</i> | 41 |
| 6.9.3 | <i>Efecto combinado del ancho ideal de los carriles</i> | 42 |
| 6.9.4 | <i>Anchos mínimo de hombros y acera</i> | 42 |
| 6.10 | <i>Peralte</i> | 42 |
| 6.11 | <i>Normas FIFA</i> | 44 |
| 6.11.1 | <i>Ubicación y orientación del campo de juego</i> | 45 |
| 6.11.2 | <i>Participación de la comunidad</i> | 46 |
| 6.11.3 | <i>Normas generales en un estadio</i> | 46 |
| VII. | <i>Análisis de resultado</i> | 50 |
| VIII. | <i>Conclusiones</i> | 51 |
| IX. | <i>Recomendaciones</i> | 52 |
| X. | <i>Bibliografía</i> | 53 |
| XI. | <i>Anexos</i> | 54 |

DEDICATORIA

Este trabajo monográfico es dedicado primero a Dios por ser nuestra fortaleza ante las adversidades y fuente de sabiduría, a mis padres por su incondicional apoyo a lo largo de todos estos años y por los valores inculcados desde el hogar. A nuestros maestros, guías en nuestro camino hacia la profesionalización y a todos nuestros amigos y colegas con los que compartimos los buenos y malos momentos.

AGRADECIMIENTOS

A todos nuestros maestros por sus enseñanzas y consejos que a lo largo de nuestra carrera nos compartieron.

A nuestros padres por su apoyo incondicional, a nuestros amigos con quienes compartimos esta profesión y demás familiares que de una u otra manera nos instaron a seguir adelante.

A nuestro tutor ing. Wilber Pérez por dedicar tiempo en asesorar nuestro presente proyecto monográfico y por compartir sus observaciones y ayudarnos a mejorar como futuros profesionales.

ESUMEN EJECUTIVO

Este trabajo consiste en la realización de representar el trabajo de replanteo topográfico en el estadio nacional de football está ubicado ($12^{\circ}06'33''$ N $86^{\circ}16'23''$ E) en las instalaciones de la universidad nacional autónoma de Nicaragua, antes de cualquier actividad de replanteo se requiere de un levantamientos que abarcan todo los trabajos que implementan los estudios topográficos requerido antes, durante y después de cualquier trabajo de ingeniería, antes de cualquier construcción civil se requiere un mapa topográfico a gran escala o plano que sirva de base. La ubicación propuesta de diseño y construcción.

El replanteo por su naturaleza es el proceso de transferir la información concreta en un plano al terreno, por lo cual es lo opuesto al levantamiento topográfico y es la tarea más común en el trabajo de construcciones civiles, para la aplicación correcta del replanteo es necesario tener en cuenta un diseño consolidado con rasantes debidamente definidas con sus alineamientos horizontales el cual la vista en planta de una vía al igual que el perfil de la misma está constituida por tramos rectos que se empalman por medio de curvas estas deben de tener características tales como la facilidad en el trazo, en estas tareas con llevan al uso de las curvas verticales son las que se utilizan para servir de acuerdo a la rasante de distintas pendientes en carreteras y caminos para la suavidad en partes donde existan colinas pronunciadas.

Este proyecto nos fue facilitó por alcaldía de Managua plantel batahola esta institución se rige bajo las normas establecidas en el sistema económico de integración centro americana SEICA, en sus diseños, perfiles longitudinales y transversales, radios de giros, compactación de terraza, en la propuesta en el uso de base y sud base de terracería.

I. INTRODUCCIÓN

Este presente trabajo consiste en la realización de un replanteo en el área de parqueo y zona de acceso del estadio nacional de futbol de la UNAN-MANAGUA

El estadio nacional de futbol está ubicado ($12^{\circ}06'33''$ N $86^{\circ}16'23''$ E) en las instalaciones de la universidad nacional autónoma de Nicaragua la cual dicha institución dono 10 manzanas de terreno para colaborar en el desarrollo del deporte nacional con la ejecución del de dicho proyecto con la colocación de la primera piedra, el cual comenzó a ejecutarse en noviembre del 2004 con un costo aproximado de 30 millones de dólares.

Este estadio fue construido debido a la necesidad de tener un estadio de primer nivel donde pudieran realizarse partidos en el país. Muchas veces tenían que realizarse en el Estadio Nacional Dennis Martínez a pesar de que éste fuera para béisbol. Además los equipos nicaragüenses no podían asistir a la Concacaf Liga Campeones debido a que no había estadios aprobados por FIFA en el país. Se prevé que el estadio llegue a tener una capacidad de 30.000 personas. La popularización por este deporte también ha sido un factor importante para construir tanto este estadio como el Estadio Independencia en Estelí.

El gran sueño de la afición futbolística del país es tener un digno estadio de futbol. El proyecto empezó a ejecutarse en el 2002, bajo la dirección de Julio Rocha, presidente de la Federación Nicaragüense de Futbol. El terreno para ubicar el estadio fue donado por la UNAN-Managua, alrededor de 10 manzanas de tierra, valoradas en 10 millones de córdobas.

II. ANTECEDENTES

Replanteo topográfico

El historiador griego Herodoto (el padre de la historia) menciona que la topografía se utilizó en Egipto desde el año 1400 a.c, durante este mismo periodo necesitaron topógrafos para colaborar en el diseño y construcción de sistema de irrigación, pirámides gigantescas, edificio público y otras construcciones.

Como consecuencia de este trabajo los primeros pensadores griegos idearon la ciencia de la geometría. Sin embargo si progresó fue más bien en la dirección de la ciencia pura. Herón sobresalió por haber aplicado la ciencia a la topografía alrededor del año 120 a.c fue el autor de varios tratados importantes que interesaron a los topógrafos, uno de los cuales fue la dioptra, en cual relaciono los métodos de medición de un terreno, el dibujo de un plano y los cálculos respectivos. También describió unos de los primeros aparatos topográficos: la dioptra durante muchos años el trabajo de Herón fue el de mayor prestigio entre los topógrafos griegos y egipcios.

Los romanos gracias a su mente práctica utilizaron ampliamente el arte de la topografía. La capacidad técnica de los romanos la demuestran las grandes obras de construcción que realizaron en todo el imperio. Usaron e inventaron ingeniosos instrumentos, entre estos figura la groma que se usó para visar la libella que era un bastidor en forma de A con una plomada usado para nivelación y el corobaste, que era una regla horizontal que era unos 20 pies de largo, con patas de soporte y una ranura en la parte superior que era llena con agua la cual servía de nivel.

Estadios de football en Nicaragua

El Estadio Nacional de Fútbol de Nicaragua es un estadio ubicado en la ciudad de Managua. El primer juego oficial en este estadio se llevó a cabo el 6 de septiembre de 2011, en el que Nicaragua recibía a Panamá, por la clasificación a la Copa Mundial de Fútbol de 2014.

Este estadio fue construido debido a la necesidad de tener un estadio de primer nivel donde pudieran realizarse partidos en el país. Muchas veces tenían que realizarse en el Estadio Nacional Dennis Martínez a pesar de que éste fuera para béisbol. Además los equipos nicaragüenses no podían asistir a la Concacaf Liga Campeones debido a que no habían estadios aprobados por FIFA en el país. Se prevé que el estadio llegue a tener una capacidad de 30.000 personas.

La popularización por este deporte también ha sido un factor importante para construir tanto este estadio como el Estadio Independencia en Estelí.

El gran sueño de la afición futbolística del país es tener un digno estadio de futbol. El proyecto empezó a ejecutarse en el 2002, bajo la dirección de Julio Rocha, presidente de la Federación Nicaragüense de Futbol.

El terreno para ubicar el estadio fue donado por la UNAN-Managua, alrededor de 10 manzanas de tierra, valoradas en 10 millones de córdobas.

Pasaron dos años de movimientos de tierra para que al fin se empezara a edificar el estadio. El 10 de noviembre del 2004 Joseph Blatter, presidente de la FIFA, visitó por primera vez Nicaragua y colocó la primera piedra de este ambicioso proyecto, que tendría un costo aproximado de 30 millones de dólares.

Los avances del estadio hasta el momento han sido la cancha de grama artificial, la construcción de las graderías, vestuarios y oficinas, que no han sido acondicionadas en su totalidad, y recientemente, con el apoyo de 1.3 millones de dólares del Gobierno, se colocaron las torres de iluminación del estadio. No obstante, falta más del 60 por ciento para concluir, tomando en cuenta los planos arquitectónicos que se presentaron hace siete años.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La federación de football nicaragüense y alcaldía de Managua por la problemática del agua pluvial en las vías de accesos del estadio las autoridades vieron la necesidad del mejoramiento vial de la zona con la creación del proyecto de adoquinado con ubicación de tres vado por medios de ellos encausar el agua pluvial.

Dichas autoridades también fueron impulsado por el cumplimiento de las normativas de la federación internacional de football asociado el cual contempla la ubicación de un estacionamiento para periodistas, narradores y personas invitadas y la accesibilidad de las vías alternas de a los portones principales del estadio.

IV. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto pretende dar respuesta a la problemática del congestionamiento en el parqueo, cumpliendo con las normativas impuesta por la FIFA en cuestión de infraestructura que debe cumplir un estadio de football, así mismo el mejoramiento de drenaje pluvial para evitar las inundaciones en el mismo.

Dicho proyecto servirá no solo para mitigar estas problemáticas, mejorarla calidad y estética del estadio, sino prevé servir como base para mejorar y construcción de nuevos estadios contribuyendo considerablemente a la calidad de nuestro football y cada vez más ayudar al desarrollos de futuras infraestructuras.

V. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar replanteo de precisión de la rasante de 430mts de adoquinado

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Ubicación y corrección de Bm del estudio topográfico para precisión de replanteo.
- Replantar niveles de corte para el descapote del terreno natural.
- Realizar replanteo para ubicación y trazado de curvas horizontales y curvas verticales.

VI. DESARROLLO



Fig. 1 foto aérea de estadio nacional de football

Fuente: (google earth)

6.2 Situación geográfica y topográfica

El estadio nacional de football está ubicado ($12^{\circ}06'33''$ N $86^{\circ}16'23''$ E) en las instalaciones de la universidad nacional autónoma de Nicaragua la cual dicha institución dono 10 manzanas de terreno para colaborar en el desarrollo del deporte nacional con la ejecución del de dicho proyecto con la colocación de la primera piedra, el cual comenzó a ejecutarse en noviembre del 2004 con un costo aproximado de 30 millones de dólares en conjunto con la federación internacional de football asociado, alcaldía de Managua y federación de football nicaragüense, bajo la administración del señor alcalde ing. Herty lewites, señor rector universitario Lic. Francisco Guzmán y el presidente de la fenifut Ing. Julio Rocha.

Constando varias vías de accesos las cual su principal acceso al parqueo y gradería general es la pista sub-urbana dicha pista km inicia desde la entrada sur de Managua hasta la rotonda universitaria Rigoberto López Pérez, y la

entrada de la zona vip que es la pista universitaria de km que se ubica desde los semáforos de Enel hasta llegar a los semáforos de club terraza

6.3 Levantamiento utilizado para proyectos de ingeniería

Este tipo de levantamientos abarcan todo los trabajos implementan los estudios topográficos requerido antes, durante y después de cualquier trabajo de ingeniería, antes de cualquier construcción civil se requiere un mapa topográfico a gran escala o plano que sirva de base. La ubicación propuesta de diseño y construcción de cualquier tipo de proyecto debe marcarse en el terreno, tanto en planto como en elevación, operación conocida como replanteo o trazado, pero también en muchos otros aspectos de los levantamientos, con frecuencia se requieren para calcular el área y volúmenes de terracería, los datos para trazado de alineamientos horizontales y verticales.

Las escalas típicas para esto planos o mapas topográficos son:

- Trabajo de arquitectura, trabajos de construcción, dibujo de localización: 1:50, 1:100, 1:200
- Planos locales, proyectos de ingeniería civil: 1:500, 1:1000, 1:1250, 1:2500

Por lo cual este fue el levantamiento utilizado en nuestro seminario de graduación, ya que cumple con todos los aspectos necesarios para este proyecto a ejecutarse.

6.3.1 Levantamiento y procedimiento

Al realizar el levantamiento topográfico se efectuó los siguientes aspectos básicos:

- Reconocimiento y visualización de la zona del proyecto.
- Definir punto de partido del estudio topográfico
- Visualización y ubicación de los BM o PI (también llamado de las dos formas) para iniciar el estudio topográfico.
- Fijación del BM o PI inicial en taco de madera de 12"x2"x2" con chapa de bebida carbonatada con clavo de acero al centre del taco.

6.3.2 Metodología a utilizar en el levantamiento:

Cuando tienes definido qué tipo de levantamiento se va a utilizar y luego de examinar la zona del proyecto procedemos a la ejecución del levantamiento topográfico, que consiste en la ubicación de estructura de concretos con el sentido de evitar afectaciones de dichas estructuras por causa del proyecto, luego de la ubicación de la mampostería se hace el estudio del relieve por

medio de la cuadrícula que fue planeada de 10mx15m desde el inicio del proyecto.

Se inició con 3 BM o PI iniciales los cuales el primero fue ubicado con coordenadas geodésicas por medio de GPS, la precisión fue de 2m el máximo alcanzado por este instrumento, este BM o PI fue ubicado en una posición óptima con el fin de detallar y alcanzar la mayor parte del levantamiento, los otros dos BM fueron ubicados cerca de la mampostería alejándolos del posible eje de las calles, en tocos de madera para mayor fijación de estos ya que en la zona no había una estructura de concreto capaz de fijar estos BM por lo que se tuvo que implementar esta forma de ubicación de BM para evitar que sean desviados de su posición x , y , z la cual fue tomada originalmente con la estación total.

Cuando se tienen todas estas actividades iniciales se procede a la nivelación vertical y horizontal de la estación total Leica Flex line, que comienza con la



ubicación del

fig. 2 imagen de tripode de madera, fuente:

(imágenes google), **Trípode o tripie:** El trípode es un instrumento que tiene la particularidad de soportar un equipo de medición como un taquímetro o nivel, su manejo es sencillo, pues consta de tres patas que pueden ser de madera o de aluminio, son regulables para así poder tener un mejor manejo para subir o bajar las patas que se encuentran fijadas en el terreno. El plato consta de un tornillo el cual fija el equipo que se va a utilizar para hacer las mediciones.

Tipos de Trípodes Trípode de Aluminio: Fuerte y liviano se recomienda para teodolitos y niveles. Preferido por los profesionales que tienen faenas en climas de alta humedad. el cual es el instrumento donde se coloca la estación, el trípode metálico tiene que estar lo horizontalmente posible para montar la estación total al plato que contiene dicho instrumento el cual bajo del plato se encuentra el tornillo que funciona como sujetador de la estación Leica y evitar que se caiga el instrumento si se logra a caerse el aparato dañaría: precisión del levantamiento, condensadores de ángulos horizontales y verticales, este trípode también tiene la funcionalidad de evitar que la plomada láser de equipo no se desvíe del centro de la chapa del BM-1 el cual fue llamado el primer BM, ya que si esta plomada nos está al centro de la chapa del BM el diseño propuesto no coincidiría con las estructuras existentes en la zona.

Al conseguir que la plomada laser este al centro de la chapa se procedió a nivelar la estación con la ayuda de los niveles electrónicos que aparecen en la pantalla del instrumento y el nivel de burbuja que trae ensamblado la estación cuando los niveles están el centro al requerimiento del equipo y la plomada laser esta al centro de la chapa del BM-1, se procede a la creación del archivo del proyecto llamado estadio UNAN en el equipo, teniendo creado nuestro trabajo se introduce las coordenadas del BM-1 que obtuvimos del GPS Grimm. Luego de tener las coordenadas del primer bm se procede a estacionar el equipo, el cual se busca por el nombre que le adjudicamos en el archivo dentro de la estación, se tomó la altura del instrumento medido desde la cabeza del clavo ubicado en la chapa del bm astas el centro del lente vertical con una **cinta metálica de 5m:**



fig. 3 imágenes de cinta metálica de 5 m fuente: (imágenes google)

al obtener el equipo estacionado en nuestro bm de partida o bm inicial, al estar seguro que los dos primeros pasos fueron correctos se le dio orientación al norte magnético de la tierra con una brújula dicho equipo muestra dos posibilidades de orientación las cuales son: orientación con coordenadas las cual se usa generalmente en el replanteo ya que en este tipo de actividad ya existen bm conocidos con coordenadas existentes y corregidos para mayor precisión, al contrario de los levantamientos iniciales los cuales se tiene que orientar al norte magnético ya que los GPS si no son de precisión no puede sacar las coordenadas de bm cercano por la falla de fábrica que trae este tipo de equipo que su precisión máxima es de 2m a la redonda, lo cual se ocupó una **brújula Brumton:**



fig. 4 imagen de brujula brumton fuente: (imágenes google) La Brújula Brumton es un equipo de precisión que usa en el campo magnético terrestre para medir orientaciones en campo. Es usado generalmente por Ingenieros Geólogos e Ingenieros Civiles y Topógrafos.

Estos procesos iniciales son necesarios para la precisión del diseño de la rasante, ejes de calles y esto influye también para el replanteo por lo que un error en los procesos anteriormente citado el dibujo puede salir girado con respecto al norte y tomar equivocadamente la altura del instrumento influye en

error de niveles los cuales sirve para calcular la superficie del terreno natural y las secciones típicas no llevaran la coherencia con la cual fueron diseñada bajos las normas del SEICA 2011 el por las cuales se rige la alcaldía de Managua.

6.3.3 Planimetría: Este levantamiento se comenzó con la parte de la planimetría, este proceso se comenzó tomando todos los vértices del muro perimetral del estadio y el detallado de los accesos vehicular que dan paso a las zonas VIP del local, la ubicación de los árboles con su diámetro de cada uno de ellos principalmente en la zona.

6.3.4 Altimetría: luego se procedió a la esta acción fue desarrollada primeramente por definir nuestra cuadrícula de 10m de largo por 15m de ancho en los 427 m lineales los cuales comprende el proyecto, el ancho y largo de nuestra cuadrículas fue planea de esta manera para obtener la suficiente información del relieve de la zona partiendo nuestras secciones desde el muro perimetral del estadio así la calle a adoquinar.

6.4 TIPOS DE ERRORES DE CIERRE PARA LA CORRECCION DE BM

Para poder determinar el error de cierre de una nivelación, es necesario realizar una nivelación cerrada (de ida y vuelta) o una nivelación de enlace con puntos de control (BM) al inicio y al final de la nivelación.

6.4.1 Error de cierre el error de cierre en una nivelación depende de la precisión de los instrumentos utilizados, del número de estaciones y puntos de cambio y del cuidado puesto en las lecturas y la colocación de la mira.

En una nivelación cerrada, donde el punto que llega es el mismo punto de partida, la cota del punto inicial debe ser igual a la cota del punto final, es decir la suma de los desniveles debe ser igual a cero.

La diferencia entre la cota final y la inicial nos da el error de cierre de la nivelación.

La nivelación cerrada se puede realizar levantando los mismos puntos de ida y vuelta o preferiblemente, por caminos distintos retornando siempre al punto inicial.

En una nivelación de enlace los puntos extremos forman una red de nivelación de precisión, por lo que la cota o elevación de sus puntos son conocidas.

Fuente: **obtenida de análisis del trabajo en campo**

En este tipo de nivelación la diferencia entre el desnivel medido y el desnivel real nos proporciona el error de cierre.

6.5 DESCAPOTE TERRENO COMUN

Después de ser procesado toda la información obtenida en el levantamiento topográfico en trabajo de gabinete se procede a las actividades propia de replanteo, es el punto de inicio a la limpieza del terreno llamado en su parte técnica en campo descapote del terreno natural.



fig. 5 imagen de motor-niveladora en trabajo de descapote fuente: (imágenes google)

6.5.1 Corte de terreno natural

Una vez definidos nuestros niveles con la respectiva rasante y porcentajes de pendientes definidas, el patrol procedió a la ejecución del corte de terreno según fue establecido de 30 cm, chequeando en todo momento que el patrol no moviera todos los tacos de referencia, luego de chequear que los tacos tuvieran en correcto estado, se llegó hasta el nivel de sub-base

6.5.2 Relleno de material

Debido a que el terreno prestaba condiciones casi solo para corte no fue necesario traer de otro sitio material de relleno, puesto que también se encontró material en el sitio y se relleno un pequeño porcentaje con material selecto, hormigón rojo y arena hasta lograr la compactación requerida hasta el nivel de base. Luego esta seria rellena con arena como cama para la colocación del adoquín para alcanzar la rasante que se estableció y dejar así finalizada la calle.

6.5.3 Metodología utilizada en el descapote

Mencionando los anteriores procedimientos para plantar la estación total leica ts 06 se inicia con el trabajo de descapote del área del proyecto con su parte

planimetría de la estación 0+000 inicio del proyecto a la estación 0+430 en este tramo se colocaron chapas para bm (antes descriptas) a 1m de referencia del pecho del bordillo (que se va ubicar posteriormente) con la idea de evitar que la maquinaria nueva o pierda estos alineamientos horizontales(recto), ya colocada estas chapas con una ubicación de 10m de separación con su ancho de rodamiento sin incluir el centro de la calle porque no serviría de nada, ya que la maquinaria destruiría ahí ubicada.

Al realizarse esta actividad se procede a la parte altimétrica que es el proceso de nivelar y marcar el corte a partir de los niveles del plano constructivo aplicado al terreno natural, el cual se obtiene el corte para el descapote definida a partir de las chapas ubicada en el terreno, puesto el corte de rasante en estacas de 45cm x 15cm x 5cm de grosor.

6.4.4 Estación inicio 0+000 a estación final 0+430

En el descapote también se usan las actividades de replanteo porque se tienen que ubicar todos los alineamientos horizontales y verticales, las cuales se ubicaron 6 curvas horizontales y 8 curvas verticales en toda la parte del proyecto. La primera curva horizontal fue ubicada en la estación (c1) 0+074.25 hasta 0+110.36, el segundo alineamiento horizontal (c2) está comprendido desde 0+143.83 hasta 0+149.57, el tercer alineamiento (c3) está entre la estación 0+155.05 hasta 0+164.99, el cuarto alineamiento (c4) está desde 0+170.25 hasta 0+228.92, quinto alineamiento (c5) estas ubicado desde 0+230.97 hasta 0+248.92, el sexto alineamiento horizontal (c6) está comprendido desde la estación 0+292.62 hasta 0+324.27, el séptimo y último alineamiento horizontal está comprendido desde la estación 0+356.17 hasta 0+370.20.

Al igual que los alineamientos horizontales los verticales también tienen su estacionado dentro del proyecto en los alineamientos verticales fueron ubicado 8 curvas verticales las cuales fueron distribuida a partir del diseño de los planos constructivos con el sentido hidráulico del agua lluvia de la zona para encausar estas aguas con el uso de las pendientes que se utilizaron en los alineamientos verticales, el cual la primera curva vertical (cv1) está comprendida desde la estación 0+092.59 hasta 0+097.57, el segundo alineamiento vertical (cv2) está ubicada desde 0+111.57 hasta 0+121.08, el tercer alineamiento vertical (cv3) desde 0+129.90 hasta 0+139.54, cuarto alineamiento vertical (cv4) está posicionado desde 0+158.62 hasta 0+171.57, el quinto alineamiento vertical (cv5) está desde 0+233.33 hasta 0+268.13, el sexto alineamiento vertical (cv6) estas ubicado desde 0+273.12 hasta 0+300.13, séptimo alineamientos vertical (cv7) está comprendido desde 0+329.92 hasta 0+346.35, el ultimo y octavo alineamiento vertical (cv8) está comprendido desde la estación 0+362.72 hasta 0+369.17.

6.6 Replanteo

Es el proceso de transferir la información concreta en un plano al terreno no mediante el uso de instrumentó topográficos para el levantamiento, es lo opuesto al levantamiento topográfico y es la tarea más común en el trabajo de construcción civiles, en estas tareas se distingue tres elementos: el control horizontal para garantizar que las nuevas obras estén en el lugar que fueron diseñado, el control vertical para asegurarse que estén en el nivel propuesto en el diseño y el alineamiento vertical y horizontal estos se refiere a las curvas horizontales y verticales para asegurar que las construcciones de múltiples niveles o subterráneas estén en línea de plomada.

6.6.1 Metodología utilizada en el replanteo

Para la aplicación correcta del replanteo es necesario tener en cuenta un diseño consolidado con rasantes debidamente definidas y el juego de planos completo del proyecto, el replanteo no tiene ningún sistema definido como en los levantamientos solo la forma de trabajo lógico el cual es primero trazar los ejes de la calle con chapas para dejar en físico las alineaciones de esta y luego nivelar el terreno marcando el corte del descapote del terreno desde la chapa anteriormente ubicadas.

El replanteo que se hizo en este proyecto se inició con la parte principal de todo trabajo topográfico que es estacionar correctamente la estación **leica Flex ts**



06:
(manual lieca ts 06)

fig. 6 imagen de estacion total leica, fuente:

Este es el equipo topográfico que se utilizó en este levantamiento topográfico, que permite asignar coordenadas a puntos sobre la superficie terrestre. Son utilizados en geodesia, cartografía y sistemas globales de navegación por satélite para la correcta georeferenciación de elementos en la superficie terrestre. Estos sistemas son necesarios dado que la tierra no es una esfera perfecta.

Dentro de estos cabe distinguir los llamados sistemas locales, que utilizan para su definición un elipsoide determinado y un punto datum, y los sistemas globales cuyos parámetros están dados por una terna rectangular (X, Y, Z) cuyo origen se encuentra en el geo centro terrestre. Para definir las coordenadas geodésicas (latitud, longitud y altura) cuentan con un elipsoide de revolución asociado. En la realidad tanto el centro como los ejes son inaccesibles en la práctica. Esta estación total trae opciones las cuales facilitan la rapidez del trabajo de topografía.

Por sus aplicaciones el uso de ellas hace un trabajo de replanteo rápido, eficaz y de precisión con parado al ejecutado con el equipo llamado teodolito mecánico este tipo de instrumento es rustico, ya que dicho aparato solo es capaz de medir ángulos azimutales y rumbos, este equipo es complementado con la herramienta estadía cuya función por la graduación gravada en toda su estructura tiene la capacidad de ayudar a ver la diferencia de niveles que contiene el área del proyecto, también dicha herramientas es de ayuda para encontrar distancias desde la posición que está estacionado el teodolito con el método de radiación a los objetos que se requieren para ubicar en la zona del proyecto para el futuro plano., luego de tener nivelado y estacionado el equipo tenemos que asegurar que estén de acuerdo con la aplicación del equipo llamada replanteo ,el cual nos ayuda a chequear si los bm está en coherencia con la estación realizada ya que este programa nos da el error que hay en distancia entre bm y la diferencia de niveles que hay entre ambos.

Luego de obtener la precisión requerida se inicia introduciendo la información de los planos a la estación total, ya teniendo todo los datos se procede a realizar una línea y referencia.

6.6.2 Uso de línea y referencia de la estación:

Antes de la inclusión y creación de la estaciones total a los procedimiento de replanteo en topografía era rustico y un poco lento, ya que el trazado horizontal en todas las obras civiles con el uso del teodolito se tenía que estacionar dicho instrumento sobre el eje central de los alineamientos, luego orientar el equipo visando el segundo punto de alineación del tramo que se está trabajando el cual después de tener orientado el instrumento se medirá un ángulo de 90 y posterior uno de 180 esto nos garantizaba tener alineados nuestros tres ejes de la calles desde el eje central.

Con este proceso seguido de dos plomada y una cinta manipulada por dos cadeneros los cuales median desde el eje central de calle hasta la referencia la cual se concordaba con el ingeniero residente o maestro de obras dependiendo con la persona que recibe todo las actividades realizadas por topografía, los cadeneros median por lo general un metro más del ancho de vía mas el bordillo del diseño del proyecto.

En el replanteo topográfico la estación total leica ts 06 plus ha ayudado para la rapidez en el trazado de los ejes de calles con la función línea y referencia ya que esta aplicación es capaz de ubicar el eje central y líneas laterales para cada uno de los estacionados de los perfiles transversales desde un punto cualquiera, en el recuadro llamado despl: significa el desplazé que requiere las bandas desde el eje central asía la derecha (+) y para el lado izquierdo (-) y el recuadro línea es la distancia a la que se requiere para llegar a los estacionados transversales los cuales se determina en diferencias de 0+000 inicio al 0+010 hasta llegar al alcance del proyecto.

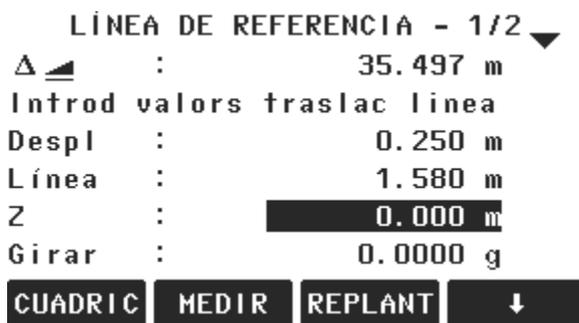


fig.7 imagen de recuadro de dialogo de estacion total leica

fuelle: (manual leica ts 06)

6.6.3 Uso de arco y referencia:

Con el teodolito los alineamientos horizontales (curvas horizontales) se debían replantar con a la ubicación de PC (punto de comienzo), PI (punto de intercepción) PT (punto tangencia) teniendo ubicados estos puntos principales de esta curva se planta el teodolito en el PC para orientar el equipo en dirección del PI y comenzar a trazar cada una de las deflexiones en sentido del PT.

Con el leica ts 06 Flex line el arco y referencia es una aplicación muy útil por lo que el replanteo de los alineamientos horizontales se pueden trazar desde un punto cualquiera ya conocido por la estación (BM guardado en la base de datos del leica) solo se necesita guardar en la base de datos las coordenadas del PC, PI, PT, y el radio de la curva, por lo cual la aplicación tiene tres formas de dirección de trazado el cual consiste en: 1 punto inicio (PC), punto medio (PI), punto final (PT), 2 punto inicio (PC), punto final (PT) y radio,3 tres puntos en este se puede introducir el pc, pi, pt o pc, pt y radio, con la escogencia de la primera fase de dirección de trazado procedimos a escoger la forma de trazado las tres opciones que nos muestra la pantalla del equipo:

1 por medio de ángulo de deflexión de curva: el cual se calcula en primera instancia cada una de las deflexiones para introducirla en la estación.

2 por medio de deflexión por distancia de cuerda en los estacionamientos interno de la curva.

Lo más importante de esta aplicación es que tiene la capacidad de trazar las bandas laterales de la curvas desde una misma plantada, lo cual dinamiza el trabajo de topografía a diferencia del teodolito el cual se tenía que plantar el equipo en cada uno de los ejes de la calle para hacer su alineamiento de horizontal.

De transición: esta no es circular pero sirve de transición o unión entre la tangente y la curva circular.

6.7 Curvas horizontales

La planta de una vía al igual que el perfil de la misma está constituida por tramos rectos que se empalman por medio de curvas. Estas curvas deben de tener características tales como la facilidad en el trazo, económicas en su construcción y obedecer a un diseño acorde a especificaciones técnicas.

Estas curvas pueden ser:

- Curvas simples: cuyas deflexiones pueden ser derechas o izquierdas, acorde a la posición que ocupa la curva en el eje de la vía.
- Compuestas: es curva circular constituida con una o más curvas simples dispuestas una después de la otra las cuales tienen arcos de circunferencia distintos.
- Inversas: se coloca una curva después de la otra en sentido contrario con la tangente común

6.7.1 ELEMENTOS DE LAS CURVAS HORIZONTALES

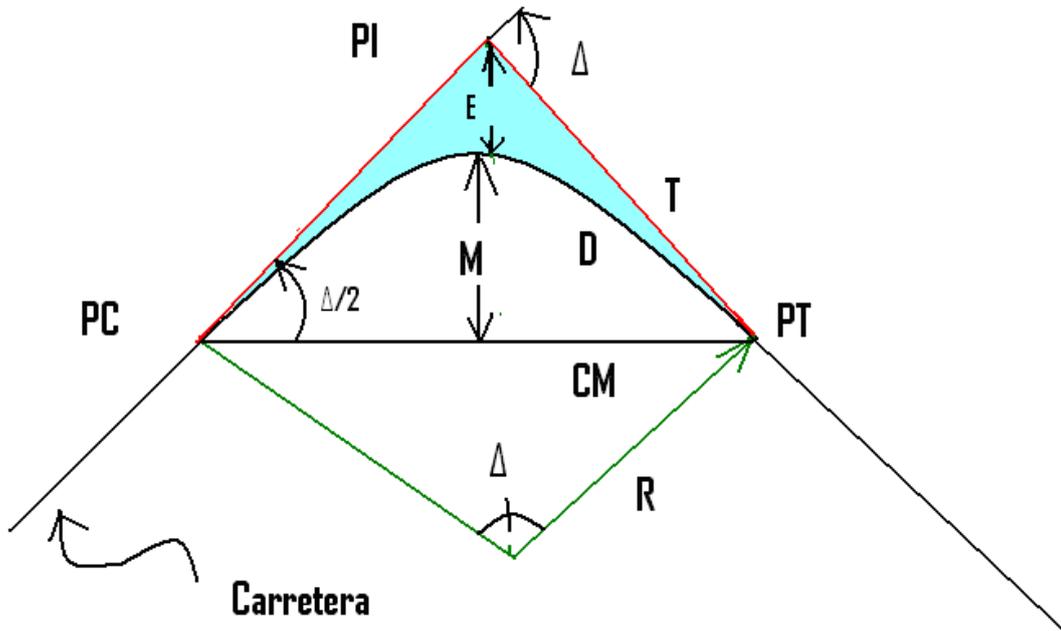


fig. 8 representacio grafica y sus elemento de curva horizontal fuente: (imágenes google)

PC: es el punto de comienzo o inicio de la curva.

PT: es el punto donde terminara la curva circular.

PI: Punto donde se cortan los alineamientos rectos que van a ser empalmados por la curva. Intersección de tangentes.

PM: Es el punto medio de la curva.

E: Secante externa o simplemente Externa equivalente a la distancia desde el PI al PM.

T: Tangente de la curva. Es el segmento de recta entre PC-PI y PT-PI el cual es simétrico.

R: Radio de la curva. Este es perpendicular a PC y PT. Este se elige acorde al caso, tipo de camino, vehículo, velocidad y otros más que estudiaremos posteriormente en el transcurso de nuestra carrera.

D o LC: es el desarrollo de la curva o longitud sobre la curva el cual está comprendido desde el PC al PT.

CM: es la cuerda máxima dentro de la curva que va desde el PC al PT medida en línea recta.

M: es la mediana de la curva la cual corresponde a la ordenada de la curva que une el al PM con el centro de la cuerda máxima

Δ : Es el ángulo central de la curva que es igual al ángulo de deflexión entre los dos alineamientos rectos y se puede calcular por la diferencia del azimut de llegada y el de salida.

G° : Este se define como un ángulo central que subtiende un arco de 20 m. Este y el Radio están siempre en razón inversa.

El grado de curvatura G_c , está definido como el ángulo central que subtiende un arco de longitud establecida (LE), que para el caso de Nicaragua, se utiliza y/o está establecido de 20m.

De todos estos elementos se establecen las siguientes relaciones:

- Relación entre la tangente y el radio
- Relación entre la curva máxima y el radio
- Relación entre la mediana y el radio
- Relación entre la externa y el radio
- Relación entre el desarrollo y el radio Grado de curvatura

De donde:

$$R = T / \tan \Delta/2$$

$$G^{\circ}c = (20^{\circ} * 360^{\circ}) / (2\pi R) = 1145.92/R$$

$$DC = 20 * \Delta / G^{\circ}c = \pi R \Delta / 180$$

$$CM = 2 R \text{ Sen } \Delta/2$$

$$E = R (\text{Sec } \Delta/2 - 1) = R [(1/\text{Cos } (\Delta/2) - 1)]$$

$$M = R (1 - \text{Cos } \Delta/2)$$

$$\text{EST PC} = \text{EST PI} - T$$

$$\text{Est. PI} = \text{Est. PC} + T$$

$$\text{Est. PM} = \text{Est. PC} + DC/2$$

$$\text{EST PT} = \text{EST PC} + DC$$

Fuente: **UNI.com /diseño y calculo de viales-Ing. Sergio navarro oct.2011**

Con estos elementos de las curvas horizontales fuimos capaces de calcular todas las curvas horizontales de nuestro proyecto las cuales fueron 7 curvas horizontales, con los cálculos obtenidos, la información obtenida de dichos cálculos se pudo replantear y ubicar estos alineamientos horizontales (curvas horizontales) con estas fórmulas se conocieron todas y cada una de las deflexiones, longitudes de cuerda de estos 7 alineamiento.

6.7.2 Datos, cálculos y tablas detalladas de alineamientos horizontales

6.7.3 Datos de curva horizontal-C1

$$T = 19.79$$

$$\Delta = 58^{\circ}14'30''$$

$$Lc = 36.12$$

$$R = 35.53$$

$$Ext = 5.14$$

$$Pc = 0+074.25$$

$$Pi = 0+094.04$$

$$Pt = 0+110.36$$

Cálculos de curva horizontal-C1

$\Delta/2= 58^{\circ}14'30''/2$

$\Delta/2= 29^{\circ}07'15''$

$G^{\circ}c = (20^{\circ} * 360^{\circ}) / (2\pi R) = 1145.92/R$

$G^{\circ}c=1145.92/35.53$

$G^{\circ}c=32^{\circ}15'07.13''$

$E=R (1/\text{Cos } \Delta/2-1)$

$E= 35.53 (1/ \text{Cos } 29^{\circ}07'15''-1)$

$E= 5.14$

Deflexiones= (((Long. de cuerda/ πR) / 2) *180)

Deflexiones1= (((5.75m/ 3.14 * 35.53m)/2) *180)=**4°38'18.91"**

Deflexiones2= (((5m/ 3.14 * 35.53m)/2) *180)=**4°02'00.78"**

Deflexiones3= (((5m/ 3.14 * 35.53m)/2) *180)=**4°02'00.79"**

Deflexiones4= (((5m/ 3.14 * 35.53m)/2) *180)=**4°02'00.79"**

Deflexiones5= (((5m/ 3.14 * 35.53m)/2) *180)=**4°02'00.78"**

Deflexiones6= (((5m/ 3.14 * 35.53m)/2) *180)=**4°02'00.79"**

Deflexiones7= (((6.11m/ 3.14 * 35.53m)/2) *180)= **4°19'26.28"**

Deflexiones acumuladas= (deflexión 1+ deflexión n)

Deflexiones acumuladas= (deflexión 1+ deflexión 2)

Deflexiones acumuladas= (**0°00'00"**+**4°38'18.91"**)=**4°38'18.91"**

Deflexiones acumuladas= (deflexión acumulada + deflexión 3)

Deflexiones acumuladas= (**4°38'18.91"**+**4°02'00.78"**)=**8°40'19.69"**

Deflexiones acumuladas= (**8°40'19.69"**+**4°02'00.79"**)=**12°42'20.48"**

Deflexiones acumuladas= (**12°42'20.48"**+**4°02'00.79"**)=**16°44'21.27"**

Deflexiones acumuladas= (**16°44'21.27"**+**4°02'00.78"**)=**20°46'22.05"**

Deflexiones acumuladas= (**20°46'22.05"**+**4°02'00.79"**)=**24°48'22.84"**

Deflexiones acumuladas= (**24°48'22.84"**+**4°19'26.28"**)=**29°07'49.12"**

Curva horizontal-C1 tabla Hn° 1

| Est. Proy. | Est. Curva | Long. de delta | Delta Acum. | Deflexiones | Defl. Acum. |
|-------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| 0+074.25 | 0+000 | 0m | 0m | 0°00'00" | 0°00'00" |
| 0+080 | 0+005.75 | 5.75m | 5.75m | 4°38'18.91" | 4°38'18.91" |
| 0+085 | 0+010.75 | 5m | 10.75m | 4°02'00.78" | 8°40'19.69" |
| 0+090 | 0+015.75 | 5m | 15.75m | 4°02'00.79" | 12°42'20.48" |
| 0+095 | 0+020.75 | 5m | 20.75m | 4°02'00.79" | 16°44'21.27" |
| 0+100 | 0+025.75 | 5m | 25.75m | 4°02'00.78" | 20°46'22.05" |
| 0+105 | 0+030.75 | 5m | 30.75m | 4°02'00.79" | 24°48'22.84" |
| 0+110.36 | 0+36.11 | 6.11 | 36.11m | 4°19'26.28 | 29°07'49.12" |

En la presente tabla se representa cálculos físicos

De la curva horizontal C1 para replanteo de la misma, (tablas creadas fuentes propias.)

6.7.4 Datos de curva horizontal-C2

$T= 2.92$

$\Delta=27^{\circ}23'00''$

$Lc=5.74$

$R=12.01$

$Ext=0.35$

$Pc= 0+143.83$

Pi= 0+146.76
Pt=0+149.57

Cálculos de curva horizontal-C1

$\Delta/2 = 27^{\circ}23'00''/2$
 $\Delta/2 = 13^{\circ}41'30''$

$G^{\circ}c = (20^{\circ} * 360^{\circ}) / (2\pi R) = 1145.92/R$

$G^{\circ}c = 1145.92/12.01$

$G^{\circ}c = 95^{\circ}24'49.76''$

$E = R (1/\cos \Delta/2 - 1)$

$E = 12.01 (1/\cos 27^{\circ}23'00'' - 1)$

$E = 0.35$

Deflexiones = (((Long. de cuerda/ πR) / 2) * 180)

Deflexiones1 = (((1.17m/ 3.14 * 12.01m)/2) * 180) = **5°50'32.42"**

Deflexiones2 = (((1.17m/ 3.14 * 12.01m)/2) * 180) = **5°50'32.43"**

Deflexiones3 = (((1.17m/ 3.14 * 12.01m)/2) * 180) = **5°50'32.42"**

Deflexiones4 = (((1.17m/ 3.14 * 12.01m)/2) * 180) = **5°50'32.43"**

Deflexiones5 = (((1.06m/ 3.14 * 12.01m)/2) * 180) = **4°01'0.80"**

Deflexiones acumuladas = (deflexión 1 + deflexión n)

Deflexiones acumuladas = (deflexión 1 + deflexión 2)

Deflexiones acumuladas = (**0°00'00" + 5°50'32.42"**) = **5°50'32.42"**

Deflexiones acumuladas = (deflexión acumulada + deflexión 3)

Deflexiones acumuladas = (**5°50'32.42" + 5°50'32.43"**) = **11°41'4.85"**

Deflexiones acumuladas = (**11°41'4.85" + 5°50'32.42"**) = **17°31'37.27"**

Deflexiones acumuladas = (**17°31'37.27" + 5°50'32.43"**) = **23°22'9.70"**

Deflexiones acumuladas = (**23°22'9.70" + 4°01'0.80"**) = **27°23'10.50"**

Curva horizontal-C1 tabla Hn°2

| Est. Proy. | Est. Curva | Long. de delta | Delta Acum. | Deflexiones | Defl. Acum. |
|------------|------------|----------------|-------------|-------------|--------------|
| 0+143.83 | 0+000 | 0m | 0m | 0°00'00" | 0°00'00" |
| 0+145 | 0+001.17 | 1.17m | 1.17 | 5°50'32.42" | 5°50'32.42" |
| 0+146.17 | 0+002.34 | 1.17m | 2.34 | 5°50'32.43" | 11°41'4.85" |
| 0+147.34 | 0+003.51 | 1.17m | 3.51 | 5°50'32.42" | 17°31'37.27" |
| 0+148.51 | 0+004.68 | 1.17m | 4.68 | 5°50'32.43" | 23°22'9.70" |
| 0+149.51 | 0+005.74 | 1.06m | 5.74 | 4°01'0.80" | 27°23'10.50" |

En la presente tabla se representa cálculos físicos De la curva horizontal C2 Para replanteo de la misma. (Tablas creadas fuentes propias)

6.7.5 Datos de curva horizontal-C3

T= 4.98

$\Delta = 9^{\circ}39'20''$

Lc=9.94

R=59.01

Ext=0.21

Pc= 0+155.05

Pi= 0+160.03

Pt=0+164.99

Cálculos de Curva horizontal-C3

$\Delta/2 = 9^{\circ}39'20''/2$

$\Delta/2 = 4^{\circ}49'40''$

$$G^{\circ}c = (20^{\circ} * 360^{\circ}) / (2\pi R) = 1145.92/R$$

$$G^{\circ}c = 1145.92/59.01$$

$$G^{\circ}c = 19^{\circ}25'8.69''$$

$$E = R (1/\cos \Delta/2 - 1)$$

$$E = 59.01 (1/\cos 4^{\circ}49'40'' - 1)$$

$$E = 0.21$$

$$\text{Deflexiones} = (((\text{Long. de cuerda} / \pi R) / 2) * 180)$$

$$\text{Deflexiones1} = (((2\text{m} / (3.14 * 59.01\text{m})) / 2) * 180) = 0^{\circ}58'17.19''$$

$$\text{Deflexiones2} = (((2.95\text{m} / (3.14 * 59.01\text{m})) / 2) * 180) = 1^{\circ}25'58.36''$$

$$\text{Deflexiones3} = (((2\text{m} / (3.14 * 59.01\text{m})) / 2) * 180) = 0^{\circ}58'17.19''$$

$$\text{Deflexiones4} = (((2.99\text{m} / (3.14 * 59.01\text{m})) / 2) * 180) = 1^{\circ}27'08.31''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (\text{deflexión 1} + \text{deflexión n})$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (\text{deflexión 1} + \text{deflexión 2})$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (0^{\circ}00'00'' + 0^{\circ}58'17.19'') = 0^{\circ}58'17.19''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (\text{deflexión acumulada} + \text{deflexión 3})$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (0^{\circ}58'17.19'' + 1^{\circ}25'58.36'') = 2^{\circ}24'15.56''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (2^{\circ}24'15.56'' + 0^{\circ}58'17.19'') = 3^{\circ}22'32.75''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (3^{\circ}22'32.75'' + 1^{\circ}27'08.31'') = 4^{\circ}49'40.00''$$

Curva horizontal-C1 tabla Hn° 3

| Est. Proy. | Est. Curva | Long. de delta | Delta Acum. | Deflexiones | Defl. Acum. |
|------------|------------|----------------|-------------|--------------|--------------|
| 0+155.05 | 0+000 | 0m | 0m | 0°00'00'' | 0°00'00'' |
| 0+157.05 | 0+002 | 2m | 2 | 0°58'17.19'' | 0°58'17.19'' |
| 0+160 | 0+004.95 | 2.95m | 4.95m | 1°25'58.36'' | 2°24'15.56'' |
| 0+162 | 0+006.95 | 2m | 6.95m | 0°58'17.19'' | 3°22'32.75'' |
| 0+164.99 | 0+009.94 | 2.99m | 9.94m | 1°27'08.31'' | 4°49'40.00'' |

En la presente tabla se representa cálculos físicos de la curva horizontal C3 Para replanteo de la misma. (Tablas creadas fuentes propias.)

6.7.6 Datos de curva horizontal-C4

$$T = 29.34$$

$$\Delta = 2^{\circ}49'40''$$

$$L_c = 29.34$$

$$R = 1188.41$$

$$E_{xt} = 0.36$$

$$P_c = 0+117.25$$

$$P_i = 0+199.59$$

$$P_t = 0+228.92$$

Cálculos de Curva horizontal-C4

$$\Delta/2 = 2^{\circ}49'40''/2$$

$$\Delta/2 = 1^{\circ}24'50''$$

$$G^{\circ}c = (20^{\circ} * 360^{\circ}) / (2\pi R) = 1145.92/R$$

$$G^{\circ}c = 1145.92/1188.41$$

$$G^{\circ}c = 0^{\circ}57'51.29''$$

$$E = R (1/\cos \Delta/2 - 1)$$

$$E = 35.53 (1 / \cos 29^{\circ}07'15'' - 1)$$

$$E = 0.36$$

$$\text{Deflexiones} = \left(\frac{\text{Long. de cuerda}}{\pi R} \right) \cdot 180$$

$$\text{Deflexiones1} = \left(\frac{(4.75\text{m} / 3.14 \cdot 1188.41\text{m})}{2} \right) \cdot 180 = 0^{\circ}06'52.42''$$

$$\text{Deflexiones2} = \left(\frac{(5\text{m} / 3.14 \cdot 1188.41\text{m})}{2} \right) \cdot 180 = 0^{\circ}07'14.13''$$

$$\text{Deflexiones3} = \left(\frac{(5\text{m} / 3.14 \cdot 1188.41\text{m})}{2} \right) \cdot 180 = 0^{\circ}07'14.13''$$

$$\text{Deflexiones4} = \left(\frac{(5\text{m} / 3.14 \cdot 1188.41\text{m})}{2} \right) \cdot 180 = 0^{\circ}07'14.13''$$

$$\text{Deflexiones5} = \left(\frac{(5\text{m} / 3.14 \cdot 1188.41\text{m})}{2} \right) \cdot 180 = 0^{\circ}07'14.13''$$

$$\text{Deflexiones6} = \left(\frac{(5\text{m} / 3.14 \cdot 1188.41\text{m})}{2} \right) \cdot 180 = 0^{\circ}07'14.13''$$

$$\text{Deflexiones8} = \left(\frac{(5\text{m} / 3.14 \cdot 1188.41\text{m})}{2} \right) \cdot 180 = 0^{\circ}07'14.13''$$

$$\text{Deflexiones9} = \left(\frac{(5\text{m} / 3.14 \cdot 1188.41\text{m})}{2} \right) \cdot 180 = 0^{\circ}07'14.13''$$

$$\text{Deflexiones10} = \left(\frac{(5\text{m} / 3.14 \cdot 1188.41\text{m})}{2} \right) \cdot 180 = 0^{\circ}07'14.13''$$

$$\text{Deflexiones11} = \left(\frac{(5\text{m} / 3.14 \cdot 1188.41\text{m})}{2} \right) \cdot 180 = 0^{\circ}07'14.13''$$

$$\text{Deflexiones12} = \left(\frac{(3.92\text{m} / 3.14 \cdot 1188.41\text{m})}{2} \right) \cdot 180 = 0^{\circ}05'40.35''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (\text{deflexión 1} + \text{deflexión n})$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (\text{deflexión 1} + \text{deflexión 2})$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (0^{\circ}00'00'' + 0^{\circ}06'52.42'') = 0^{\circ}06'52.42''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (\text{deflexión acumulada} + \text{deflexión 3})$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (0^{\circ}06'52.42'' + 0^{\circ}07'14.13'') = 0^{\circ}14'06.55''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (0^{\circ}14'06.55'' + 0^{\circ}07'14.13'') = 0^{\circ}21'20.68''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (0^{\circ}21'20.68'' + 0^{\circ}07'14.13'') = 0^{\circ}28'34.81''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (0^{\circ}28'34.81'' + 0^{\circ}07'14.13'') = 0^{\circ}35'48.94''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (0^{\circ}35'48.94'' + 0^{\circ}07'14.13'') = 0^{\circ}43'03.07''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (0^{\circ}43'03.07'' + 0^{\circ}07'14.13'') = 0^{\circ}50'17.20''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (0^{\circ}50'17.20'' + 0^{\circ}07'14.13'') = 0^{\circ}57'31.33''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (0^{\circ}57'31.33'' + 0^{\circ}07'14.13'') = 1^{\circ}04'45.46''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (1^{\circ}04'45.46'' + 0^{\circ}07'14.13'') = 1^{\circ}11'59.59''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (1^{\circ}11'59.59'' + 0^{\circ}07'14.13'') = 1^{\circ}19'13.72''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (1^{\circ}19'13.72'' + 0^{\circ}05'40.35'') = 1^{\circ}24'54.07''$$

Curva horizontal-C1 tabla H n°4

| Est. Proy. | Est. Curva | Long. de delta | Delta Acum. | Deflexiones | Defl. Acum. |
|------------|------------|----------------|-------------|--------------|--------------|
| 0+170.25 | 0+000 | 0m | 0 | 0°00'00'' | 0°00'00'' |
| 0+175 | 0+004.75 | 4.75 | 4.75 | 0°06'52.42'' | 0°06'52.42'' |
| 0+180 | 0+009.75 | 5m | 9.75 | 0°07'14.13'' | 0°14'06.55'' |
| 0+185 | 0+014.75 | 5m | 14.75 | 0°07'14.13'' | 0°21'20.68'' |
| 0+190 | 0+019.75 | 5m | 19.75 | 0°07'14.13'' | 0°28'34.81'' |
| 0+195 | 0+024.75 | 5m | 24.75 | 0°07'14.13'' | 0°35'48.94'' |
| 0+200 | 0+029.75 | 5m | 29.75 | 0°07'14.13'' | 0°43'03.07'' |
| 0+205 | 0+034.75 | 5m | 34.75 | 0°07'14.13'' | 0°50'17.20'' |
| 0+210 | 0+039.75 | 5m | 39.75 | 0°07'14.13'' | 0°57'31.33'' |
| 0+215 | 0+044.75 | 5m | 44.75 | 0°07'14.13'' | 1°04'45.46'' |
| 0+220 | 0+049.75 | 5m | 49.75 | 0°07'14.13'' | 1°11'59.59'' |
| 0+225 | 0+054.75 | 5m | 54.75 | 0°07'14.13'' | 1°19'13.72'' |
| 0+228.92 | 0+058.67 | 3.92m | 58.67 | 0°05'40.35'' | 1°24'54.07'' |

En la presente tabla se representa cálculos físicos de la curva horizontal C4 Para replanteo de la misma. (Tablas creadas fuentes propias.)

6.7.7 Datos de curva horizontal-C5

T= 9.01
 $\Delta=3^{\circ}33'20''$
 Lc=18.01
 R=290.34
 Ext=0.14
 Pc= 0+230.97
 Pi= 0+239.98
 Pt=0+248.98

Cálculos de Curva horizontal-C5

$$\Delta/2= 3^{\circ}33'20''/2$$

$$\Delta/2= 1^{\circ}46'40''$$

$$G^{\circ}c = (20^{\circ} * 360^{\circ}) / (2\pi R) = 1145.92/R$$

$$G^{\circ}c=1145.92/290.34$$

$$G^{\circ}c=3^{\circ}56'42.36''$$

$$E=R (1/\text{Cos } \Delta/2-1)$$

$$E= 290.34 (1/ \text{Cos } 1^{\circ}49'40''-1)$$

$$E= 0.14$$

$$\text{Deflexiones} = (((\text{Long. de cuerda} / \pi R) / 2) * 180)$$

$$\text{Deflexiones1} = (((4.03\text{m} / (3.14 * 59.01\text{m})/2) * 180) = 0^{\circ}23'52.23''$$

$$\text{Deflexiones2} = (((5\text{m} / (3.14 * 59.01\text{m})/2) * 180) = 0^{\circ}29'36.97''$$

$$\text{Deflexiones3} = (((5\text{m} / (3.14 * 59.01\text{m})/2) * 180) = 0^{\circ}29'36.96''$$

$$\text{Deflexiones4} = (((3.98\text{m} / (3.14 * 59.01\text{m})/2) * 180) = 0^{\circ}23'34.46''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (\text{deflexión 1} + \text{deflexión n})$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (\text{deflexión 1} + \text{deflexión 2})$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (0^{\circ}00'00'' + 0^{\circ}23'52.23'') = 0^{\circ}23'52.23''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (\text{deflexión acumulada} + \text{deflexión 3})$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (0^{\circ}23'52.23'' + 0^{\circ}29'36.97'') = 0^{\circ}53'29.20''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (0^{\circ}53'29.20'' + 0^{\circ}29'36.96'') = 1^{\circ}23'06.16''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (1^{\circ}23'06.16'' + 0^{\circ}23'34.46'') = 1^{\circ}46'40.62''$$

Curva horizontal-C1 tabla H n^o5

| Est. Proy. | Est. Curva | Long. de delta | Delta Acum. | Deflexiones | Defl. Acum. |
|------------|------------|----------------|-------------|---------------------------|---------------------------|
| 0+230.97 | 0+000 | 0m | 0 | 0 ^o 00'00'' | 0 ^o 00'00'' |
| 0+235 | 0+004.03 | 4.03m | 4.03 | 0 ^o 23'52.23'' | 0 ^o 23'52.23'' |
| 0+240 | 0+009.03 | 5m | 9.03 | 0 ^o 29'36.97'' | 0 ^o 53'29.20'' |
| 0+245 | 0+014.03 | 5m | 14.03 | 0 ^o 29'36.96'' | 1 ^o 23'06.16'' |
| 0+248.92 | 0+018.01 | 3.98m | 18.01 | 0 ^o 23'34.46'' | 1 ^o 46'40.62'' |

En la presente tabla se representa cálculos físicos de la curva horizontal C5 Para replanteo de la misma. (Tablas creadas fuentes propias.)

6.7.8 Datos de curva horizontal-C6

T= 20.42
 $\Delta=92^{\circ}03'40''$
 Lc=31.65
 R=19.70
 Ext=8.67
 Pc= 0+292.62
 Pi= 0+313.04

Pt=0+324.27

Cálculos de Curva horizontal-C6

$$\Delta/2= 92^{\circ}03'40''/2$$

$$\Delta/2= 46^{\circ}01'50''$$

$$G^{\circ}c = (20^{\circ} * 360^{\circ}) / (2\pi R) = 1145.92/R$$

$$G^{\circ}c=1145.92/19.70$$

$$G^{\circ}c=50^{\circ}10'06.70''$$

$$E=R (1/\text{Cos } \Delta/2-1)$$

$$E= 19.70 (1/ \text{Cos } 46^{\circ}01'50''-1)$$

$$E= 8.67$$

$$\text{Deflexiones} = (((\text{Long. de cuerda} / \pi R) / 2) * 180)$$

$$\text{Deflexiones1} = (((2.38\text{m} / (3.14 * 19.70\text{m}) / 2) * 180) = 3^{\circ}27'45.97''$$

$$\text{Deflexiones2} = (((5\text{m} / (3.14 * 19.70\text{m}) / 2) * 180) = 7^{\circ}16'29.01''$$

$$\text{Deflexiones3} = (((5\text{m} / (3.14 * 19.70\text{m}) / 2) * 180) = 7^{\circ}16'29.02''$$

$$\text{Deflexiones4} = (((5\text{m} / (3.14 * 19.70\text{m}) / 2) * 180) = 7^{\circ}16'29.01''$$

$$\text{Deflexiones5} = (((5\text{m} / (3.14 * 19.70\text{m}) / 2) * 180) = 7^{\circ}16'29.01''$$

$$\text{Deflexiones6} = (((5\text{m} / (3.14 * 19.70\text{m}) / 2) * 180) = 7^{\circ}16'29.02''$$

$$\text{Deflexiones7} = (((4.27\text{m} / (3.14 * 19.70\text{m}) / 2) * 180) = 6^{\circ}12'45.42''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (\text{deflexión 1} + \text{deflexión n})$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (\text{deflexión 1} + \text{deflexión 2})$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (0^{\circ}00'00'' + 3^{\circ}27'45.97'') = 3^{\circ}27'45.97''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (\text{deflexión acumulada} + \text{deflexión 3})$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (3^{\circ}27'45.97'' + 7^{\circ}16'29.01'') = 10^{\circ}44'14.98''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (10^{\circ}44'14.98'' + 7^{\circ}16'29.01'') = 18^{\circ}00'44.00''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (18^{\circ}00'44.00'' + 7^{\circ}16'29.01'') = 25^{\circ}17'13.01''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (25^{\circ}17'13.01'' + 7^{\circ}16'29.01'') = 32^{\circ}33'42.02''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (32^{\circ}33'42.02'' + 7^{\circ}16'29.01'') = 39^{\circ}50'11.04''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (39^{\circ}50'11.04'' + 6^{\circ}12'45.42'') = 46^{\circ}02'56.46''$$

Curva horizontal-C1 tabla H n°6

| Est. Proy. | Est. Curva | Long. de delta | Delta Acum. | Deflexiones | Defl. Acum. |
|------------|------------|----------------|-------------|--------------|---------------|
| 0+292.62 | 0+000 | 0m | 0 | 0°00'00'' | 0°00'00'' |
| 0+295 | 0+002.38 | 2.38m | 2.38 | 3°27'45.97'' | 3°27'45.97'' |
| 0+300 | 0+007.38 | 5m | 7.38 | 7°16'29.01'' | 10°44'14.98'' |
| 0+305 | 0+012.38 | 5m | 12.38 | 7°16'29.02'' | 18°00'44.00'' |
| 0+310 | 0+017.38 | 5m | 17.38 | 7°16'29.01'' | 25°17'13.01'' |
| 0+315 | 0+022.38 | 5m | 22.38 | 7°16'29.01'' | 32°33'42.02'' |
| 0+320 | 0+027.38 | 5m | 27.38 | 7°16'29.02'' | 39°50'11.04'' |
| 0+324.27 | 0+031.65 | 4.27m | 31.65 | 6°12'45.42'' | 46°02'56.46'' |

En la presente tabla se representa cálculos físicos de la curva horizontal C6 Para replanteo de la misma. (Tablas creadas fuentes propias.)

6.7.9 Datos de curva horizontal-C7

$$T= 7.02$$

$$\Delta=2^{\circ}54'20''$$

$$Lc=14.04$$

$$R=276.65$$

$$\text{Ext}=0.09$$

$$Pc= 0+356.17$$

Pi= 0+363.90
Pt=0+370.20

Cálculos de Curva horizontal-C7

$$\Delta/2= 2^{\circ}54'20''/2$$

$$\Delta/2= 1^{\circ}27'10''$$

$$G^{\circ}c = (20^{\circ} * 360^{\circ}) / (2\pi R) = 1145.92/R$$

$$G^{\circ}c=1145.92/276.65$$

$$G^{\circ}c=4^{\circ}08'31.66''$$

$$E=R (1/\text{Cos } \Delta/2-1)$$

$$E= 276.65 (1/ \text{Cos } 4^{\circ}49'40''-1)$$

$$E= 0.09$$

$$\text{Deflexiones} = (((\text{Long. de cuerda} / \pi R) / 2) * 180)$$

$$\text{Deflexiones1} = (((3.83\text{m} / (3.14 * 276.65\text{m})) / 2) * 180) = 0^{\circ}23'48.51''$$

$$\text{Deflexiones2} = (((5\text{m} / (3.14 * 276.65\text{m})) / 2) * 180) = 0^{\circ}31'04.89''$$

$$\text{Deflexiones3} = (((5.2\text{m} / (3.14 * 276.65\text{m})) / 2) * 180) = 0^{\circ}32'19.50''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (\text{deflexión 1} + \text{deflexión n})$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (\text{deflexión 1} + \text{deflexión 2})$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (0^{\circ}00'00'' + 0^{\circ}23'48.51'') = 0^{\circ}23'48.51''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (\text{deflexión acumulada} + \text{deflexión 3})$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (0^{\circ}23'48.51'' + 0^{\circ}31'04.89'') = 0^{\circ}54'53.40''$$

$$\text{Deflexiones acumuladas} = (0^{\circ}53'29.20'' + 0^{\circ}32'19.50'') = 1^{\circ}27'12.90''$$

Curva horizontal-C1 tabla Hn^o 7

| Est. Proy. | Est. Curva | Long. de delta | Delta Acum. | Deflexiones | Defl. Acum. |
|------------|------------|----------------|-------------|--------------|--------------|
| 0+356.17 | 0+000 | 0m | 0 | 0°00'00'' | 0°00'00'' |
| 0+360 | 0+003.83 | 3.83m | 3.83 | 0°23'48.51'' | 0°23'48.51'' |
| 0+365 | 0+008.83 | 5m | 8.83 | 0°31'04.89'' | 0°54'53.40'' |
| 0+370.20 | 0+014.03 | 5.2m | 14.03 | 0°32'19.50'' | 1°27'12.90'' |

En la presente tabla se representa cálculos físicos de la curva horizontal C7 Para replanteo de la misma. (Tablas creadas fuentes propias.)

6.8 CURVAS VERTICALES

Las curvas verticales son las que se utilizan para servir de acuerdo entre la rasante de distintas pendientes en carreteras y caminos. Estas suavizan el cambio en el movimiento vertical, es decir que a lo largo de ella se efectúa el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la de salida. Para ello se utiliza arcos parabólicos.

En general cuando la diferencia algebraica entre las pendientes a unir sea menor a 0.5% las curvas verticales no son necesarias ($p_2 - p_1 < 0.5\%$)

Las curvas verticales que unen las rasantes que se cortan en los ferrocarriles, carreteras, caminos y otros, tienen por objeto suavizar los cambios en el movimiento vertical. En los ferrocarriles y carreteras, contribuyen en la seguridad, comodidad, confort y aspecto, de un modo tan importante como las curvas horizontales. Todas las distancias en las curvas verticales se miden horizontalmente, y todas las ordenadas desde las tangentes a la curva se

miden verticalmente. En consecuencia la longitud de una curva vertical, es su proyección horizontal. Se define de otro modo, las curvas verticales son simétricas en el sentido de que las tangentes son de la misma longitud.

El alineamiento de una carretera está ligado estrechamente y depende de la configuración topográfica del terreno donde se localice la obra. Se compone de líneas rectas y curvas en el plano vertical, identificándose las subidas o pendientes ascendentes con signo positivo (+) y las bajadas con signo negativo (-), expresadas usualmente en porcentajes.

Aparte de consideraciones estéticas, costos de construcción, comodidad, y economía en los costos de operación de los vehículos, siempre deben de tomarse en cuenta los siguientes factores:

- Visibilidad y accidentalidad
- Composición del tránsito
- Relación entre la velocidad y sus engranajes de cambio en la operación de los vehículos.

Fuente: UNI.com /diseño y calculo de viales-Ing. Sergio navarro oct.2011

6.8.1 Curvas verticales simétricas

La curva esta partida en dos. Se denomina curva vertical simétrica aquella donde la proyección horizontal de la distancia PCV-PIV es igual a la proyección horizontal de la distancia PIV-PTV.

$$PCV = PIV - Lv/2$$

$$PTV = PIV + Lv/2$$

$$E = G (Lv)/8$$

$$\text{Elev PCV} = \text{elev PIV} - P1 (L/2)/100$$

$$\text{Elev PTV} = \text{elev PIV} + P2 (L/2)/100$$

$$\text{Elev sobre tangts CTI} = \text{elev PIV} - P (L)/100$$

6.8.2 Curvas verticales asimétricas

La curva vertical asimétrica es aquella donde las proyecciones de las dos tangentes de la curva son de diferente longitud. En otras palabras, es la curva vertical donde la proyección horizontal de la distancia PCV a PIV es diferente a la proyección horizontal del PIV al PTV. Este tipo de curva es utilizado cuando alguna de las tangentes de la curva está restringida por algún motivo o requiere que la curva se ajuste a una superficie existente que solo la curva asimétrica podría satisfacer esta necesidad. La longitud total de la curva será $L_1 + L_2$ y se trabaja cada longitud independiente.

Cuando se emplean curvas asimétricas se recomienda, principalmente por estética, que se cumpla la relación $L_{\text{mayor}} / L_{\text{menor}} < 1.5$

$E = L_{v1} * L_{v2} G / 2L_v$ donde G es la diferencia algebraica de pendientes en porcentajes.

6.8.3 Longitud de las curvas verticales

Los factores que afectan la longitud de una curva vertical son a) efecto centrífugo b) visibilidad según (Fonseca Rodríguez 2010) la condición que se considera óptima para la conducción de un vehículo en una curva, corresponde a un movimiento con una componente horizontal de la velocidad constante.

$$V_x = \frac{dx}{dt} = C$$

Por lo que la componente horizontal de la aceleración es:

$$a_x = \frac{dV_x}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = 0$$

Para cumplir con lo anterior, normalmente se utiliza una parábola, cuya ecuación general es:

$$Y = Kx^2$$

Si llamamos A a la diferencia algebraica entre las pendientes de la tangente de entrada y salida y L a la longitud de la curva vertical, como fracción de 20mts.

$$K = \frac{A}{10L}; A = P_2 - P_1$$

La expresión de la parábola:

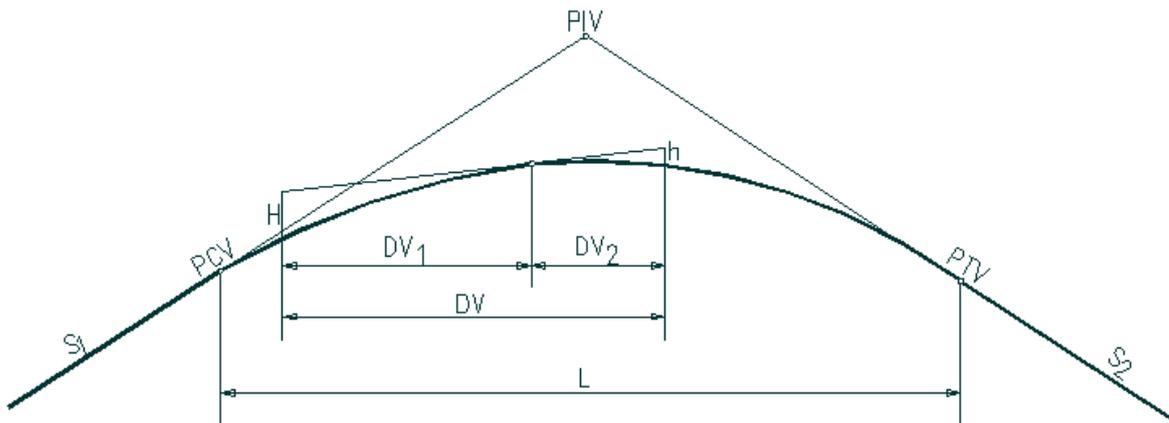
$$Y_x = \frac{x^2}{2L} * K; \text{ en donde}$$

X: distancia horizontal variable, medida desde el PCV o el PTV en dirección al PIV.

Y: ordenada medida verticalmente; correspondiente a la medida x, desde la tangente hasta la curva vertical.

L: longitud de la curva vertical.

K: diferencia algebraica de las pendientes, posterior menos la anterior ($m_2 - m_1$). Este valor se conoce también como “el grado de cambio de pendiente”.



$$y = Kx^2 \therefore K = \frac{y}{x^2} ; K = \frac{H}{DV_1^2} = \frac{h}{DV_2^2}$$

fig. 9 representacio y elementos de curvas verticales concava en cresta, fuente: (imágenes google)

Considerando la curva parabólica plana que se muestra en la figura, se puede ver que el eje y pasa por el PVC y el eje x también, formando un sistema de coordenadas de referencia. En la curva se tiene que:

L: longitud de curva

P1: pendiente de entrada

P2: pendiente de salida

La razón de cambio de la pendiente de la parábola es constante, por lo que, la segunda derivada de y con respecto a x es una constante:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = r = \text{constante} \quad (1)$$

Integrando se obtiene la primera derivada o pendiente de la curva expresada por

$$\frac{dy}{dx} = rx + H \quad (2)$$

Ahora, cuando $x=0$, la pendiente es P1 y cuando $X=L$, la pendiente de la parábola es P2, obteniéndose

$$P1 = 0 + H \quad (3)$$

$$P2 = rL + H \quad (4)$$

Sustituyendo 3 en 4 y despejando r se tiene:

$$R = \frac{P_2 - P_1}{L} \text{ donde} \quad (5)$$

R: la razón de cambio de la pendiente en porcentaje por unidad de longitud.

Sustituyendo 5 en 2

$$\frac{dy}{dx} = \frac{(P_2 - P_1)}{L} x + P_1 \quad (6)$$

Integrando 6 se tiene la altura de la curva **y** en cualquier punto:

$$Y = \frac{(P_2 - P_1)}{L} \frac{x^2}{2} + P_1 x + c \quad (7)$$

Cuando $x=0$ el valor de y es equivalente a la elevación del PCV, por lo tanto se obtiene lo siguiente:

$$C = Y_{PCV}$$

Quedando la ecuación 7 en su expresión final

$$y = Y_{PCV} + P_1 x + \frac{r}{2} x^2$$

Esta ecuación es la que se definió como general para el cálculo de las elevaciones sobre la mesa. Fuente: **UNI.com /diseño y calculo de viales-Ing. Sergio navarro oct.2011**

6.8.4 Datos, cálculos y tablas detalladas de alineamientos verticales

6.8.5 Datos de curva verticales-Cv1

$$T = 4.99$$

$$k = -7.81\%$$

$$L_x = 9.97$$

$$E_{xt} = -0.19$$

Elevaciones

$$P_{cv} = 187.89$$

$$P_{iv} = 187.50$$

$$P_{tv} = 187.87$$

Estacionado

$$P_{cv} = 0+092.59$$

$$P_{iv} = 0+097.57$$

$$P_{tv} = 0+102.56$$

Cálculos de curva verticales-Cv1

$$k = [s_1 \pm s_2]$$

$$k = [-0.40 -7.41]$$

$$k = -7.81$$

$$E = k / (200 * L_x) * (L_x^2 / 2)$$

$$E = -7.81 / (200 * 9.97) * ((9.97^2) / 2)$$

$$E = -0.19$$

$$E=187.79-0.19$$

$$E=187.77$$

$$Y= k/ (200 * Lx) * (Lx) ^2$$

$$Y=-7.81/ (200 * 9.97) * (2.41^2)$$

$$Y=-0.023$$

$$Y=-7.81/ (200 * 9.97) * (7.41^2)$$

$$Y= -0.22$$

$$Y=-7.81/ (200 * 9.97) * (9.97^2)$$

$$Y= -0.39$$

Curva verticales-Cv1 tabal vn⁰¹

| Est. Proy. | Est. Curva | Long. cuerda | Cuerda Acum. | Corte elev. | Elev. Acum. |
|------------|------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| 0+092.59 | 0+000 | 0m | 0 | 0.00 | 187.89 |
| 0+095 | 0+002.41 | 2.41m | 2.41 | -0.023 | 187.87 |
| 0+100 | 0+007.41 | 5m | 7.41 | -0.22 | 187.67 |
| 0+102.56 | 0+009.97 | 2.56m | 9.97 | -0.39 | 187.50 |

En la presente tabla se representa cálculos físicos de la curva verticales Cv1 Para replanteo de la misma. (Tablas creadas fuentes propias.)

6.8.6 Datos de curva verticales-Cv2

$$T= 4.76$$

$$S1= -7.58\%$$

$$S2= -3.36\%$$

$$k= -10.94\%$$

$$Lx=9.51$$

$$Ext= -0.26$$

Elevaciones

$$Pcv= 186.84$$

$$Piv= 186.48$$

$$Ptv=186.32$$

Estacionado

$$Pcv= 0+111.57$$

$$Piv= 0+116.32$$

$$Ptv=0+121.08$$

Cálculos de curva verticales-Cv2

$$k= [s1±s2]$$

$$k= [-7.58 -3.36]$$

$$k= -10.94$$

$$E=k/ (200 * Lx) * (Lx^2/2)$$

$$E= -10.94/ (200 * 9.51) * ((9.51^2) / 2)$$

$$E = -0.26$$

$$E = 186.84 - 0.26$$

$$E = 186.58$$

$$Y = k / (200 * Lx) * (Lx)^2$$

$$Y = -10.94 / (200 * 9.51) * (3.43m^2)$$

$$Y = -0.07$$

$$Y = -10.94 / (200 * 9.51) * (5.43m^2)$$

$$Y = -0.17$$

$$Y = -10.94 / (200 * 9.51) * (7.43^2)$$

$$Y = -0.32$$

$$Y = -10.94 / (200 * 9.51) * (9.51^2)$$

$$Y = -0.52$$

Curva verticales-Cv2 tabla vnº2

| Est. Proy. | Est. Curva | Long. cuerda | Cuerda Acum. | Corte elev. | Elev. Acum. |
|------------|------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| 0+111.57 | 0+000 | 0m | 0 | 0.00 | 186.84 |
| 0+115 | 0+003.43 | 3.43m | 3.43 | -0.07 | 186.77 |
| 0+117 | 0+005.43 | 2m | 5.43 | -0.17 | 186.67 |
| 0+119 | 0+007.43 | 2m | 7.43 | -0.32 | 186.52 |
| 0+121.08 | 0+009.51 | 2.08m | 9.51 | -0.52 | 186.32 |

En la presente tabla se representa cálculos físicos de la curva vertical Cv2 Para replanteo de la misma. (Tablas creadas fuentes propias.)

6.8.7 Datos de curva verticales-Cv3

$$T = 4.82$$

$$S1 = -3.56\%$$

$$S2 = -7.68\%$$

$$k = -11.24\%$$

$$Lx = 9.64$$

$$Ext = -0.28$$

Elevaciones

$$Pcv = 186.03$$

$$Piv = 185.86$$

$$Ptv = 185.49$$

Estacionado

$$Pcv = 0+129.90$$

$$Piv = 0+134.72$$

Ptv=0+139.54

Cálculos de curva verticales-Cv3

k= [s1±s2]

k= [-3.56 -7.68]

k= -11.24

E=k/ (200 * Lx) * (Lx²/2)

E= -11.64/ (200 * 9.64) * ((9.64²) / 2

E= -0.28

E=186.03-0.28

E=185.75

Y= k/ (200 * Lx) * (Lx) ²

Y=-11.24/ (200 * 9.64) * (2.10m²)

Y= -0.03

Y= -11.24/ (200 * 9.64) * (4.10m²)

Y= -0.10

Y=-11.24/ (200 * 9.64) * (6.10²)

Y= -0.22

Y=-11.24/ (200 * 9.64) * (8.10²)

Y= -0.38

Y=-11.24/ (200 * 9.64) * (9.64²)

Y= -0.54

Curva verticales-Cv3 tabla vn⁰³

| Est. Proy. | Est. Curva | Long. cuerda | Cuerda Acum. | Corte elev. | Elev. Acum. |
|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| 0+129.90 | 0+000 | 0m | 0 | 0.00 | 186.03 |
| 0+132 | 0+002.10 | 2.10m | 2.10 | 0.03 | 186.00 |
| 0+134 | 0+004.10 | 2m | 4.10 | 0.10 | 185.93 |
| 0+136 | 0+006.10 | 2m | 6.10 | 0.22 | 185.81 |
| 0+138 | 0+008.10 | 2m | 8.10 | 0.38 | 185.65 |
| 0+139.54 | 0+009.64 | 1.54m | 9.64 | 0.54 | 185.49 |

En la presente tabla se representa cálculos físicos de la curva verticales Cv3 Para replanteo de la misma. (Tablas creadas fuentes propias.)

6.8.8 Datos de curva verticales-Cv4

T= 6.47
S1= -7.73%
S2= -1.08%
k= -8.81%
Lx=12.95
Ext= -0.28

Elevaciones

Pcv= 183.99
Piv= 183.48
Ptv=183.41

Estacionado

Pcv= 0+158.62
Piv= 0+165.09
Ptv=0+171.57

Cálculos de curva verticales-Cv4

$$k= [s1 \pm s2]$$

$$k= [-7.73 -1.08]$$

$$k= -8.81$$

$$E=k/ (200 * Lx) * (Lx^2/2)$$

$$E= -8.81/ (200 * 12.95) * ((12.95^2) / 2)$$

$$E= -0.2$$

$$E=183.99-0.28$$

$$E=183.71$$

$$Y= k/ (200 * Lx) * (Lx) ^2$$

$$Y= -8.81/ (200 * 12.95) * (1.38m^2)$$

$$Y= -0.01$$

$$Y= -8.81/ (200 * 12.95) * (3.88m^2)$$

$$Y= -0.05$$

$$Y=-8.81/ (200 * 12.95) * (6.38^2)$$

$$Y= -0.14$$

$$Y=-8.81/ (200 * 12.95) * (8.38^2)$$

$$Y= -0.27$$

$$Y=-8.81/ (200 * 12.95) * (11.38^2)$$

$$Y= -0.44$$

$$Y = -8.81 / (200 * 12.95) * (12.95^2)$$

$$Y = -0.57$$

Curva verticales-Cv4 tabla vn⁰⁴

| Est. Proy. | Est. Curva | Long. cuerda | Cuerda Acum. | Corte elev. | Elev. Acum. |
|------------|------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| 0+158.62 | 0+000 | 0m | 0 | 0.00 | 183.99 |
| 0+160 | 0+001.380 | 1.38m | 1.38 | -0.01 | 183.98 |
| 0+162.50 | 0+003.38 | 2.5m | 3.88 | -0.05 | 183.94 |
| 0+165 | 0+006.38 | 2.5m | 6.38 | -0.14 | 183.85 |
| 0+167.50 | 0+008.38 | 2.5m | 8.38 | -0.27 | 183.72 |
| 0+170 | 0+011.38 | 2.5m | 11.38 | -0.44 | 183.52 |
| 0+171.57 | 0+012.95 | 1.57m | 12.95 | -0.57 | 183.42 |

En la presente tabla se representa cálculos físicos de la curva verticales Cv4 Para replanteo de la misma. (Tablas creadas fuentes propias.)

6.8.9 Datos de curva verticales-Cv5

$$T = 17.40$$

$$S1 = -1.03\%$$

$$S2 = -6.09\%$$

$$k = -7.12\%$$

$$Lx = 34.79$$

$$Ext = -0.28$$

Elevaciones

$$Pcv = 182.77$$

$$Piv = 182.59$$

$$Ptv = 181.53$$

Estacionado

$$Pcv = 0+233.33$$

$$Piv = 0+250.73$$

$$Ptv = 0+268.13$$

Cálculos de curva verticales-Cv5

$$k = [s1 \pm s2]$$

$$k = [-1.03 -6.09]$$

$$k = -7.12$$

$$E = k / (200 * Lx) * (Lx^2 / 2)$$

$$E = -7.12 / (200 * 34.79) * ((34.79^2) / 2)$$

$$E = -0.62$$

$$E = 182.77 - 0.62$$

$$E = 182.15$$

$$Y = k / (200 * Lx) * (Lx)^2$$

$$Y = -7.12 / (200 * 34.79) * (1.67m^2)$$

$$Y = -0.01$$

$$Y = -7.12 / (200 * 34.79) * (6.67m^2)$$

$$Y = -0.05$$

$$Y = -7.12 / (200 * 34.79) * (11.67^2)$$

$$Y = -0.14$$

$$Y = -7.12 / (200 * 34.79) * (16.67.38^2)$$

$$Y = -0.28$$

$$Y = -7.12 / (200 * 34.79) * (21.67^2)$$

$$Y = -0.48$$

$$Y = -7.12 / (200 * 34.79) * (26.67^2)$$

$$Y = -0.73$$

$$Y = -7.12 / (200 * 34.79) * (31.67^2)$$

$$Y = -1.03$$

$$Y = -7.12 / (200 * 34.79) * (34.80^2)$$

$$Y = -1.24$$

Curva verticales-Cv5 tabla vn⁰⁵

| Est. Proy. | Est. Curva | Long. cuerda | Cuerda Acum. | Corte elev. | Elev. Acum. |
|------------|------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| 0+233.33 | 0+000 | 0m | 0 | 0.00 | 182.77 |
| 0+235 | 0+001.67 | 1.67m | 1.67 | -0.01 | 182.76 |
| 0+240 | 0+006.67 | 5m | 6.67 | -0.05 | 182.72 |
| 0+245 | 0+011.67 | 5m | 11.67 | -0.14 | 182.63 |
| 0+250 | 0+016.67 | 5m | 16.67 | -0.28 | 182.49 |
| 0+255 | 0+021.67 | 5m | 21.67 | -0.48 | 182.29 |
| 0+260 | 0+26.67 | 5m | 26.67 | -0.73 | 182.04 |
| 0+265 | 0+031.67 | 5m | 31.67 | -1.03 | 181.74 |
| 0+268.13 | 0+034.80 | 3.13m | 34.80 | -1.24 | 181.53 |

En la presente tabla se representa cálculos físicos de la curva verticales Cv5 Para replanteo de la misma. (Tablas creadas fuentes propias.)

6.8.10 Datos de curva verticales-Cv6

$$T = 13.50$$

$$S1 = -6.07\%$$

$$S2 = 4.15\%$$

$$k = -1.92\%$$

$$Lx = 27.01$$

Ext= -0.13

Elevaciones

Pcv= 181.23

Piv= 180.41

Ptv=180.97

Estacionado

Pcv= 0+233.33

Piv= 0+250.73

Ptv=0+268.13

Cálculos de curva verticales-Cv6

k= [s1±s2]

k= [-6.07+4.15]

k= -1.92

E=k/ (200 * Lx) * (Lx²/2)

E= -1.92/ (200 * 27.01) * ((27.01²) / 2)

E= -0.13

E=181.23-0.13

E=181.10

Y= k/ (200 * Lx) * (Lx) ²

Y= -1.92/ (200 * 27.01) * (1.88m²)

Y= -0.01

Y= -1.92/ (200 * 27.01) * (6.88m²)

Y= -0.02

Y= -1.92/ (200 * 27.01) * (11.88²)

Y= -0.05

Y= -1.92/ (200 * 27.01) * (16.88²)

Y= -0.10

Y= -1.92/ (200 * 27.01) * (21.88²)

Y= -0.17

Y= -1.92/ (200 * 27.01) * (27.01²)

Y= -0.26

Curva verticales-Cv6 tabla vn⁰⁶

| Est. Proy. | Est. Curva | Long. cuerda | Cuerda Acum. | Corte elev. | Elev. Acum. |
|------------|------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| 0+273.12 | 0+000 | 0m | 0 | 0.00 | 181.23 |
| 0+275 | 0+001.88 | 1.38m | 1.38 | -0.01 | 181.22 |
| 0+280 | 0+006.88 | 5m | 6.88 | -0.02 | 181.21 |
| 0+285 | 0+011.88 | 5m | 11.88 | -0.05 | 181.18 |
| 0+290 | 0+016.88 | 5m | 16.88 | -0.10 | 181.13 |
| 0+295 | 0+021.88 | 5m | 21.88 | -0.17 | 181.06 |
| 0+300.13 | 0+027.01 | 5.13m | 27.01 | -0.26 | 180.97 |

En la presente tabla se representa cálculos físicos de la curva vertical Cv6
Para replanteo de la misma. (Tablas creadas fuentes propias.)

6.8.11 Datos de curva verticales-Cv7

T1= 8.39, T2=8.04

S1= +4.05%

S2= +9.07%

k= -13.12%

Lx=16.43m

Ext= +0.53

Elevaciones

Pcv= 182.21

Piv= 182.55

Ptv=183.28

Estacionado

Pcv= 0+329.92

Piv= 0+338.31

Ptv=0+346.35

Cálculos de curva verticales-Cv7

k= [s1±s2]

k= [4.05+9.07]

k= +13.12

E=k/ (200 * Lx) * (Lx²/2)

E= +13.12/ (200 * 16.43m) * ((16.43m²) / 2)

E= +0.53

E=182.21+0.53

E=182.74

Y= k/ (200 * Lx) * (Lx) ²

Y= +13.12/ (200 * 16.43) * (5.08m²)

Y= -0.10

Y= +13.12/ (200 * 16.43) * (10.08m²)

$$Y = -0.41$$

$$Y = +13.12 / (200 * 16.43) * (16.43^2)$$

$$Y = +1.07$$

Curva verticales-Cv7 tabla vn⁰⁷

| Est. Proy. | Est. Curva | Long. cuerda | Cuerda Acum. | Corte elev. | Elev. Acum. |
|------------|------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| 0+329.92 | 0+000 | 0m | 0 | 0.00 | 182.21 |
| 0+335 | 0+005.08 | 5.08m | 5.08 | +0.10 | 182.31 |
| 0+340 | 0+010.48 | 5m | 10.48 | +0.41 | 182.62 |
| 0+346.35 | 0+016.43 | 6.35m | 16.43 | +1.07 | 183.28 |

En la presente tabla se representa cálculos físicos de la curva vertical Cv7 Para replanteo de la misma. (Tablas creadas fuentes propias.)

6.8.12 Datos de curva verticales-Cv8

$$T1 = 3.23$$

$$S1 = +8.97\%$$

$$S2 = +2.79\%$$

$$k = +11.76\%$$

$$Lx = 6.45m$$

$$Ext = +0.53$$

Elevaciones

$$Pcv = 184.72$$

$$Piv = 185.01$$

$$Ptv = 185.10$$

Estacionado

$$Pcv = 0+362.72$$

$$Piv = 0+365.95$$

$$Ptv = 0+369.17$$

Cálculos de curva verticales-Cv8

$$k = [s1 \pm s2]$$

$$k = [8.97 + 2.79]$$

$$k = +11.76$$

$$E = k / (200 * Lx) * (Lx^2 / 2)$$

$$E = +11.76 / (200 * 6.45m) * ((6.45m^2) / 2)$$

$$E = +0.20$$

$$E = 184.72 + 0.20$$

$$E = 184.92$$

$$Y = k / (200 * Lx) * (Lx)^2$$

$$Y = +11.76 / (200 * 6.45) * (2.28m^2)$$

$$Y = -0.05$$

$$Y = +11.76 / (200 * 6.45) * (4.56m^2)$$

$$Y = -0.19$$

$$Y = +11.76 / (200 * 6.45) * (6.45^2)$$

$$Y = +0.38$$

Curva verticales-Cv8 tabla vn⁰⁸

| Est. Proy. | Est. Curva | Long. cuerda | Cuerda Acum. | Corte elev. | Elev. Acum. |
|-----------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 0+362.72 | 0+000 | 0m | 0 | 0.00 | 184.72 |
| 0+365 | 0+002.28 | 2.28 | 2.28 | +0.05 | 184.77 |
| 0+367.56 | 0+004.56 | 2.28 | 4.56 | +0.19 | 184.91 |
| 0+369.17 | 0+006.45 | 1.89 | 6.45 | +0.38 | 185.10 |

En la presente tabla se representa cálculos físicos de la curva verticales Cv8 Para replanteo de la misma. (Tablas creadas fuentes propias.)

6.9 Normas tomada por alcaldía de Managua para diseño de proyecto

La institución se rige bajo las normas establecida en el sistema económico de

| Tipo de carretera | Acceso | Tipo de superficie | Ancho de hombros (m) | de | Ancho de |
|-------------------|--------|--------------------|----------------------|----|----------|
|-------------------|--------|--------------------|----------------------|----|----------|

integración centro americana (seica 2011) en este documento habla sobre las normas y criterios a tomar en cuenta en el instante de diseñar una calle urbana para los radios de giro de una curva horizontal hasta la velocidad dentro de ella, la visibilidad dentro de una curva vertical y el porcentaje de pendiente que debe contener una calle en peralte.

6.9.1 Consideraciones generales

Los usuarios de las carreteras, los vehículos que circulan por ellas las carreteras mismas y los controles que se aplican para normar su operación son los cuatro elementos que interactúan y se relacionan entre sí para determinar las características del tránsito. Las carreteras y sus intersecciones estas últimas con su concentración de complejos y diversos movimientos, deben diseñarse con suficiente capacidad para satisfacer los requerimientos y las demandas de dicho tránsito. Tan importante como ofertar mediante un buen diseño de la capacidad requerida de una carretera, es brindarla en condiciones de óptima seguridad y eficiencia en los costos de operación de los vehículos.

| | | | | Internos | Externos | |
|----|-----------------------|------------|------------|----------|----------|---------|
| AR | Autopistas rurales | Controlado | Alto | 1.0-1.5 | 1.8-2.5 | |
| TS | Troncales suburbanas | Controlado | Alto | 1.0-1.5 | 1.8-2.5 | 1.2-2.0 |
| TR | Troncales rurales | - | Alto | 0.5-1.0* | 1.2-1.8 | 1.2-1.5 |
| CS | Colectoras suburbanas | - | Intermedio | 0.5* | 1.2-1.5 | 1.0-1.2 |

6.9.2 Clasificación funcional de las carreteras regionales, volúmenes de tránsito, número de carriles y tipo de superficie de rodamiento.

| TPDA | >20000 | | 20000-10000 | | 10000-3000 | | 30000-500 | |
|------------------------------|--------|---------|-------------|---------|------------|---------|-----------|---------|
| | N°.C | Superf. | N°.C | Superf. | N°.C | Superf. | N°.C | Superf. |
| AR- Autopistas Regionales | 6-8 | PAV. | 4-6 | PAV. | | | | |
| TS - Troncales Suburbanas | 4 | PAV. | 2-4 | PAV. | 2 | PAV. | | |
| TR - Troncales Rurales | 4 | PAV. | 2-4 | PAV. | 2 | PAV. | | |
| CS- Colectoras Suburbanas | | | 2-4 | PAV. | 2 | PAV. | 2 | PAV |
| CR- Colectoras Rurales | | | | | 2 | PAV. | 2 | PAV |

N. ° =número de carriles **superf.** Superficie de rodamiento

PAV. Pavimento asfáltico o de cemento portland

6.9.3 Efecto combinado sobre la capacidad ideal, del ancho de carril y la ubicación de las restricciones laterales

Ancho de carriles

El mismo cuadro demuestra también que la escogencia del ancho de los carriles es una decisión que tiene incidencia determinante en la capacidad de las carreteras. En el ambiente vial centroamericano, un ancho de carril de 3.6 metros se considera como el ideal para las condiciones físicas más exigentes de la vía y el tránsito, en coincidencia con las normas norteamericanas vigentes, variando según el tipo de carretera hasta un mínimo tolerable de 2.7 metros en caminos rurales de poco tránsito.

Pendiente transversal de los carriles

La pendiente transversal para una carretera de primera clase con dos carriles en tangente, debe ser del 2% del centro hacia fuera. Cuando existan más de dos carriles por sentido cada carril adicional ira incrementando su pendiente transversal entre 0.5 a 1%.

6.9.4 Anchos mínimos de hombros y aceras

| Ancho útil de hombros u obstrucción lateral | | Porcentaje de capacidad en relación a la del carril de 3.6 metros | |
|---|-------|---|-----|
| Metros | 3.6 m | 3.3 m | 3 m |
| Carreteras de dos carriles | | | |
| 1.8 | 100 | 93 | 84 |
| 1.2 | 92 | 85 | 77 |
| 0.6 | 81 | 75 | 68 |
| 0 | 70 | 65 | 58 |
| Carreteras de cuatro carriles sin mediana | | | |
| 1.8 | 100 | 95 | 89 |
| 1.2 | 98 | 94 | 88 |
| 0.6 | 95 | 92 | 86 |
| 0 | 88 | 85 | 80 |

Fuente: SIECA (2011) normas de diseño geométrico

6.10 EL PERALTE

La RAE define a los peraltes como la mayor elevación de la parte exterior de una curva en relación con la interior. Todos los conductores saben que las curvas de nuestras carreteras están más o menos peraltadas en función de su radio y velocidad de la vía y otros elementos. El peralte en si podría entenderse como un elemento más de seguridad vial y el papel que juega está muy relacionado con la física.

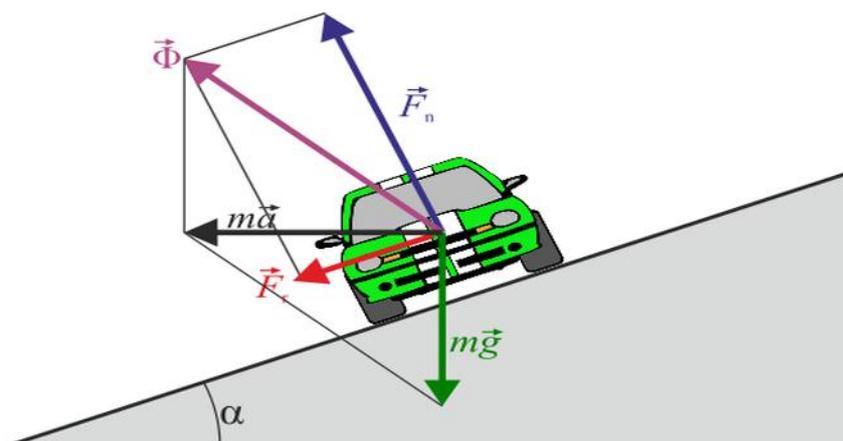


fig. 11 representación del efecto de la física a partir del peralte, fuente: (imágenes google)

Cuando un vehículo toma una curva, las diferentes fuerzas que actúan sobre él, al hacer el giro provocan cierta tendencia a seguir en la dirección inicial, es

decir recta. El peralte contrarresta las fuerzas ayudando a que el vehículo permanezca en la vía y evitando su salida de la misma.

Para el cálculo del peralte hay que tener en cuenta principalmente el radio de la curva, el peso del vehículo y la velocidad del mismo y con esto los ingenieros calculan las dimensiones para que los peraltes sean válidos para la mayor parte de los vehículos que transitan por una carretera.

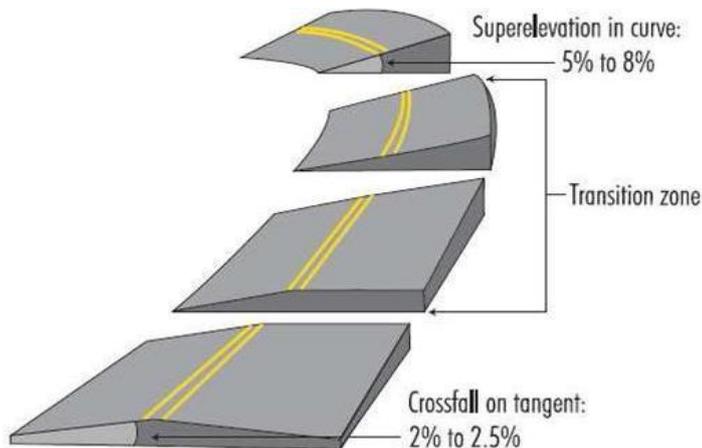


fig. 12 imagen de seccion transversal en un peralte y sus elementos, fuente: (imágenes google)

Peraltes máximos

- 10 % en carreteras
- 12 % límite práctico (AASHTO)
- 8% caminos lastrados
- 8% máximo cuando hay hielo / nieve
- 4-6% zonas urbanas

fig. 13 fuente: (imágenes google)

La importancia de estos peraltes puede comprobarse fácilmente si comparamos el tráfico de una carretera con el que se produce en un circuito de carreras.

En este segundo, los vehículos por norma general son más ligeros y van más rápido, lo que hace que los peraltes de las curvas de los circuitos sean notablemente superiores a los que una curva de ese mismo radio tendría en una carretera. Esta característica se puede ver fácilmente en los famosos circuitos ovals de velocidad, como los utilizados por la nascar.

Pero esta relación entre competición y carreteras no es casual, no en vano, el primer lugar donde se incluyeron los peraltes fue en los circuitos de carreras. Desde aquel momento tuvieron que pasar unos cuantos años hasta que finalmente, en el primer gran plan de carreteras que se acometió en España y que conllevó a la creación del circuito de firmes especiales en el año 1926, se introdujo el peralte en las carreteras, siendo nuestro país el pionero en ese sentido, puesto que nunca antes se había ejecutado peraltes en las carreteras.

Y desde entonces los peraltes nos acompañan en cada curva de nuestro viaje



fig. 14 imagen de carretera con peralte

fuelle: (imágenes google)

Fuente: **SIECA (2011) normas de diseño geométrico**

6.11 Normas FIFA

Las nuevas medidas de seguridad FIFA y la UEFA, las exigencias cada vez mayores de los espectadores con respecto a la comodidad y la necesidad de contar con instalaciones deportivas multifuncionales han hecho definir los puntos más importantes en la construcción de nuevos estadios. En vista de que varios propietarios han tenido que invertir sumas considerables en la renovación de arenas, y puesto que las principales entidades futbolísticas reciben constantemente muchas preguntas sobre la construcción de nuevas instalaciones deportivas, la FIFA y la UEFA decidieron formar un grupo cerrado de trabajo para estudiar los innumerables problemas que se presentan actualmente en la construcción de estadios. El fruto de esta labor realizada por el grupo de trabajo es el presente documento básico que sirve de guía para la construcción o renovación de estadios. El contenido de este documento no pretende imponer directivas obligatorias, sino más bien intenta ofrecer recomendaciones que deberán tenerse en cuenta al construir o renovar un estadio.

6.11.1 Ubicación del estadio y orientación del terreno de juego.

Cuando se construye un nuevo estadio se deberá dedicar suma atención a la orientación del terreno en relación con el sol y las condiciones climáticas existentes. Es esencial que se minimicen los problemas de deslumbramiento por el sol de jugadores, espectadores y medios informativos. Al elegir un sitio

es importante considerar que exista suficiente espacio libre en los alrededores para una posible ampliación interior, así como para los lugares de estacionamiento. El lugar elegido deberá disponer de buenas conexiones viales y ferroviarias con el centro de la ciudad a fin de que la llegada y partida de los espectadores se desarrolle fácilmente. Naturalmente, otro punto relevante en la elección de un lugar para un estadio es la compatibilidad medioambiental. Este es un tema muy complejo y delicado con gran cautela por los planificadores urbanos.

6.11.2 Participación de la comunidad

Es recomendable que al elaborar los planos de construcción de un nuevo estadio o al renovar un estadio se considere si existe la posibilidad de que haya una participación de la comunidad en cuestión, ofreciendo salas de reunión, restaurantes, salones de juego, instalaciones deportivas, zona comercial, oficinas etc.

6.11.3 Normas generales de seguridad y comodidad en un estadio moderno.

Seguridad

El grado de lujo y comodidad de un estadio dependerá de los medios económicos a disposición. No obstante, e independientemente de los factores financieros, los requisitos indispensables que deberán cumplirse serán la seguridad y comodidad de todas las personas que utilicen la instalación, ya sean espectadores, jugadores, oficiales o personal del estadio. Toda persona involucrada en los procesos de planificación, diseño y construcción deberá entender perfectamente, incluso antes de iniciar el planteamiento básico, que la seguridad de los asistentes es el factor primordial y que, en ningún tipo de circunstancias, podrá ignorarse o eludirse de alguna forma a fin de dar prioridad a otros requisitos.

Comodidad

Un estadio moderno ofrece las instalaciones siguientes:

Techo para todo los espectadores. Esto resulta conveniente particularmente en climas fríos y húmedos, pero también en regiones donde prevalece un clima soleado es resultan adecuadas las tribunas cubiertas para todos los espectadores. Es muy probable que en el siglo XXI haya una tendencia a construir estadios completamente cubiertos por un techo que calentara la arena si el clima es frío o que dispondrá de aire acondicionado si la temperatura externa es cálida. La construcción de un estadio completamente cubierto parece una proposición verisímil si se consideran los avances espectaculares en el cultivo de césped bajo techo, así como la tecnología puntera en la

fabricación de césped artificial. Probablemente , una solución realizable sería un techo que pudiera abrirse y cerrarse rápidamente hoy día, en la planificación de un estadio se deben tener presentes no solo las exigencias y necesidades de los próximos años, sino que es de esperarse que la construcción que emerja de los planos sea eventualmente útil para las siguientes generaciones. Los constructores del coliseo fueron visionarios de su era y aparentemente, desde ese entonces no se ha avanzado más por esa ruta. Tal vez ahora haya llegado el momento de revolucionar los conceptos de esta área.

Cada espectador deberá tener un asiento. Los asientos deberán ser individuales, estar anclados al piso. Así mismo deberán estar enumerados y también que los espectadores puedan caminar entre las filas, al salir o entrar.

- a) Desde cualquier asiento se deberá obtener una vista libre de obstáculos del terreno de juego.
- b) Deberá haber suficientes servicios higiénicos para ambos sexos tanto en el interior como en el exterior del estadio.
- c) Deberá haber suficientes puestos de venta de alimentos y bebidas de fácil acceso.
- d) Deberá prestarse particular atención a la importante cuestión de información pública dentro del estadio.
- e) Deberá haber un número adecuado de teléfonos públicos dentro y fuera del estadio.

Un estadio privado deberá ofrecer un número apropiado de áreas para invitados, palcos privados y salas de reunión etc.

- El área verde y el terreno de juego.

El terreno de juego deberá estar completamente llano y nivelado su superficie deberá ser de césped natural, estar en perfectas condiciones y tener un sistema de riego. Aunque las reglas de juego estipulan las condiciones mínimas y máximas del juego es necesario que un estadio ofrezca un área verde más extensa que la requerida oficialmente. Se recomiendan las dimensiones siguientes:

- Del terreno de juego.

Área verde: longitud: 120m anchura: 60m para todo partido profesional se recomienda que las dimensiones del terreno de juego sean de 105m x 68m.

- Corredor de servicios alrededor del área verde

Existen instalaciones en las que se ha preferido tener un corredor de servicio pavimentado a fin de facilitar el desplazamiento de ambulancias, vehículos de mantenimiento o de la seguridad etc.

Distancias mínimas de la demarcación de la línea de banda a la valla de foso de retención de espectadores. Dé cada línea de banda: 6,0 m, de cada línea de meta 7,5 m

➤ Líneas de demarcación

Deberá existir un pequeño borde de 1,5 m de la línea de demarcación del campo hacia afuera.

➤ Drenaje

El terreno de juego deberá disponer de un sistema de drenaje que pueda prevenir al máximo la posibilidad de no poder jugar a causa de inundaciones del campo.

Peligro para los jugadores y otras personas

No deberá haber nada en el terreno de juego o sus alrededores que constituyan un peligro para los jugadores y otras personas.

- Banco de sustitutos deberá haber dos bancos a ambos lados de la línea central paralelos a la línea de banda y a una distancia mínima de 5 m del terreno de juego.
- acceso

Deberá haber una ruta de acceso para vehículos que presenten servicios de emergencia, incluidos los vehículos de los bomberos y las ambulancias.

➤ Exclusión de los espectadores del área de juego

Sería ideal que el terreno de juego no este circulado por vallas o pantallas transparentes y a pesar que resultaría imprescindible para evitarla invasión del campo.

Vallas publicitarias alrededor del área de juego.

Al construir un nuevo estadio se deberá considerar que la vista de los espectadores no se obstruida por vallas publicitarias que pueden ser colocadas alrededor del campo.

- Vestuarios, servicios higiénicos y duchas para los equipos.
- Salas para el examen médico de jugadores y árbitros
- Habitación del delegado del partido
- Sala para el control antidoping
- Áreas de calentamiento
- Acceso al terreno de juego desde los vestuarios

- Ingreso y egreso del público
- Áreas del público: capacidad; un total de 30000 localidades de asiento.

Localidades: todo espectador deberá tener asientos individuales. Sectores: deberá estar dividido en cuatro sectores, cada uno de ellos con su propio acceso. Seguridad: deberán corresponder a las normas de seguridad prescritas por las autoridades locales.

- Tribuna de honor (áreas vip)
 - Espectadores minusválidos
 - Instalaciones para los medios informativos.
 - Iluminación e infraestructura para la televisión posiciones de los locutores y plataformas para las cámaras
 - Señalización y direcciones en los billetes de entrada
 - Estacionamiento:
Policía y bomberos y servicio de emergencia: se deberán prever estacionamientos, adyacentes al estadio o dentro del mismo, para los vehículos de la policía, cuerpo de bomberos, ambulancias y servicios de emergencia. Estacionamiento mínimo: 2 autos buses 10 coches así como celebridades, medios informativos, personal del estadio y público. Con una capacidad de 60000 espectadores deberá tener lugares de estacionamiento para 10000vehiculos.
 - Iluminación y suministro de energía eléctrica
 - Comunicación central de teléfonos
 - Sistemas de comunicaciones al publico
 - Tableros electrónicos
 - Televisión de circuito cerrado
 - Puesto de control de la policía
 - Venta de entradas
 - Prevención de incendios
 - Estructura de seguridad
 - Astas de banderas
 - Salas de primeros auxilios para el publico
- Fuente: **obtenida de FIFA.com/oficial web site**

VII. Análisis de resultados

En el presente replanteo topográfico para el estacionamiento del estadio nacional de futbol se recopiló información sobre la zona topográfica donde se realizaría la obra así como de los requerimientos técnicos para su ejecución para ello nos basamos en las principales problemáticas y necesidades que se observaron durante nuestro estudio, teniendo como las principales el acceso y drenaje pluvial del estacionamiento.

Para llevar a cabo nuestro replanteo fue necesario definir el área que cubriría la construcción acompañado de la recopilación de las diferencias de altura para determinar el porcentaje de pendiente a establecer y determinar su comportamiento y así mismo tener una mayor exactitud en el diseño y ejecución de la obra.

VIII. Conclusiones:

Una vez concluido nuestro estudio se puede concluir que:

- El replanteo ha sido ejecutado procurando obtener el más mínimo error, para un levantamiento de alta precisión.
- En los niveles para el descapote se trató de que ninguno de los tacos movidos por el patrol perdiese su correcta altura, replanteando cada taco constantemente.
- En el diseño del proyecto del estacionamiento, acceso y drenaje pluvial se trazaron cada una de las curvas horizontales y verticales, considerando su optima posición y correcto replanteo, tomando en cuenta que se pudiera introducir algún dato erróneo.

IX. Recomendaciones

Se recomienda lo siguiente:

- Para estos tipos de replanteo se debe procurar obtener el más mínimo error, si elegimos una corrida de niveles de BM y luego otra ruta debemos volver al punto de donde partimos y restar para saber la diferencia, para que nuestro levantamiento sea de alta precisión.
- En los niveles para el descapote se recomienda que ninguno de los tacos pierdan su correcta altura, ya que pueden ser movidos por la maquinaria, así como al replantear cada punto debe de colocarse correctamente el porta prisma, para una correcta lectura.
- En el trazado de cada una de las curvas horizontales y verticales, se debe evitar la introducción de algún dato erróneo, ya que esto podría hacer que no se generaran las curvas de la manera adecuada, también el punto correcto donde comenzara nuestras curvas ya que si se escogiera un punto inverso nuestras curvas podrían generarse de manera inversa.

X. Bibliografía:

- AASHTO (2001) a policy on geometric design of highways and streets. Washington dc : www.transportation.org
- ASTEC, t (s.f) normas de diseño geométrico de carreteras y caminos vecinales en T.A.M.S, normas de diseño geométrico de carreteras y caminos vecinales pág. (42-90) quito ecuador
- SIECA (2011) normas de diseño geométrico. En SIECA normas de diseño geométrico pág. sección 4 Centroamérica
- Topografía de McCormack / limusa wiley intraduccion pag. 2
- Topografía 9° edición Wolf/Brinker introducción pág. 1, 2,3
- UNI.com /diseño y cálculo de viales-Ing. Sergio navarro oct.2011
- www.arquba.com

I. Anexo



REPLANTEO TOPOGRAFICO PARA ESTACIONAMIENTO ESTADIO NACIONAL DE FOOTBALL



| Nº de punto | X | Y | Z |
|-------------|------------|-------------|---------|
| 1 | 579057.501 | 1338640.625 | 188.243 |
| 2 | 579057.879 | 1338640.603 | 188.365 |
| 3 | 579059.95 | 1338640.002 | 188.314 |
| 4 | 579062.563 | 1338639.285 | 188.095 |
| 5 | 579070.728 | 1338638.09 | 188.128 |
| 6 | 579134.782 | 1338629.181 | 187.919 |
| 7 | 579138.886 | 1338629.288 | 187.947 |
| 8 | 579143.298 | 1338630.063 | 187.738 |
| 9 | 579138.825 | 1338629.337 | 187.931 |
| 10 | 579134.814 | 1338629.233 | 187.902 |
| 11 | 579147.455 | 1338631.314 | 187.693 |
| 12 | 579100.479 | 1338633.581 | 187.918 |
| 13 | 579100.859 | 1338633.778 | 187.926 |
| 14 | 579104.861 | 1338633.228 | 187.95 |
| 15 | 579134.01 | 1338629.032 | 187.803 |
| 16 | 579151.442 | 1338633.109 | 187.756 |
| 17 | 579151.439 | 1338633.107 | 187.756 |
| 18 | 579154.795 | 1338635.406 | 187.617 |
| 19 | 579154.96 | 1338635.42 | 187.598 |
| 20 | 579158.47 | 1338638.047 | 187.284 |
| 21 | 579157.552 | 1338636.946 | 187.28 |
| 22 | 579092.426 | 1338621.757 | 188.812 |
| 23 | 579118.1 | 1338619.905 | 188.722 |
| 24 | 579153.169 | 1338612.856 | 188.377 |

REPLANTEO TOPOGRAFICO PARA ESTACIONAMIENTO ESTADIO NACIONAL DE
FOOTBALL

| | | | |
|--------------------|------------|-------------|----------|
| 25 | 579164.476 | 1338625.252 | 187.419 |
| 26 | 579058.159 | 1338640.842 | 188.184 |
| 27 | 579057.84 | 1338638.827 | 188.269 |
| 28 | 579057.221 | 1338635.659 | 188.37 |
| 29 | 579056.117 | 1338633.113 | 188.523 |
| Nº de punto | X | Y | Z |
| 30 | 579055.172 | 1338630.531 | 189.711 |
| 31 | 579054.303 | 1338628.715 | 190.589 |
| 32 | 579054.123 | 1338627.835 | 190.46 |
| 33 | 579063.565 | 1338639.138 | 187.978 |
| 34 | 579063.278 | 1338634.885 | 188.296 |
| 35 | 579063.243 | 1338631.652 | 188.576 |
| 36 | 579062.569 | 1338629.809 | 189.011 |
| 37 | 579062.203 | 1338627.976 | 189.537 |
| 38 | 579061.712 | 1338625.74 | 190.6 |
| 39 | 579061.407 | 1338624.667 | 190.251 |
| 40 | 579070.694 | 1338638.065 | 188.098 |
| 41 | 579070.523 | 1338636.224 | 188.176 |
| 42 | 579070.038 | 1338633.464 | 188.369 |
| 43 | 579069.291 | 1338629.033 | 188.863 |
| 44 | 579069.114 | 1338626.932 | 189.425 |
| 45 | 579068.889 | 1338625.169 | 190.092 |
| 46 | 579068.746 | 1338624.021 | 189.74 |
| 47 | 579081.717 | 1338636.565 | 188.101 |
| 48 | 579081.609 | 1338634.82 | 188.069 |
| 49 | 579080.685 | 1338631.481 | 188.316 |
| 50 | 579079.98 | 1338627.664 | 188.683 |
| 51 | 579079.931 | 1338627.071 | 188.964 |
| 52 | 579079.704 | 1338625.815 | 189.346 |
| 53 | 579079.504 | 1338624.359 | 189.186 |
| 54 | 579078.991 | 1338622.293 | 188.964 |
| 55 | 579091.423 | 1338635.186 | 188.03 |
| 56 | 579091.277 | 1338633.063 | 187.987 |
| 57 | 579090.391 | 1338629.611 | 188.167 |
| 58 | 579089.98 | 1338625.199 | 188.321 |
| 59 | 579089.905 | 1338624.455 | 188.731 |
| 60 | 579089.741 | 1338623.205 | 189.105 |
| 61 | 579089.426 | 1338620.906 | 188.847 |
| 62 | 579088.855 | 1338619.423 | 188.611 |
| 63 | 579101.327 | 1338633.715 | 187.893 |
| 64 | 579100.866 | 1338631.573 | 187.913 |
| 65 | 579100.425 | 1338628.208 | 188.042 |
| 66 | 579099.561 | 1338623.196 | 188.15 |
| 67 | 579099.403 | 1338622.021 | 188.66 |
| 68 | 579099.223 | 1338620.464 | 189.239 |
| 69 | 579098.949 | 1338619.69 | 189.016 |
| 70 | 579098.126 | 1338615.803 | 188.171 |
| 71 | 579104.828 | 1338633.27 | 187.94 |

REPLANTEO TOPOGRAFICO PARA ESTACIONAMIENTO ESTADIO NACIONAL DE
FOOTBALL

| | | | |
|-----|------------|------------|---------|
| 72 | 579104.431 | 1338631.31 | 187.937 |
| 73 | 579103.872 | 1338627.21 | 188.077 |
| 74 | 579103.365 | 1338622.54 | 188.205 |
| 75 | 579103.122 | 1338620.87 | 188.745 |
| 76 | 579103.125 | 1338619.1 | 189.133 |
| 77 | 579103.119 | 1338618.08 | 188.542 |
| 78 | 579102.817 | 1338615.15 | 188.104 |
| 79 | 579111.077 | 1338632.34 | 188.2 |
| 80 | 579110.989 | 1338631.67 | 188.012 |
| 81 | 579110.864 | 1338630.22 | 188.029 |
| 82 | 579110.225 | 1338626.98 | 188.162 |
| 83 | 579109.611 | 1338621.83 | 188.304 |
| 84 | 579109.497 | 1338620.58 | 188.631 |
| 85 | 579109.373 | 1338618.71 | 188.971 |
| 86 | 579109.3 | 1338617.33 | 188.459 |
| 87 | 579109.214 | 1338614.83 | 188.187 |
| 88 | 579121.195 | 1338630.95 | 188.21 |
| 89 | 579120.95 | 1338629.17 | 188.163 |
| 90 | 579120.184 | 1338625.99 | 188.274 |
| 91 | 579119.626 | 1338621.3 | 188.366 |
| 92 | 579119.567 | 1338620.38 | 188.522 |
| 93 | 579119.363 | 1338617.29 | 188.459 |
| 94 | 579119.205 | 1338614.6 | 188.304 |
| 95 | 579130.713 | 1338629.53 | 187.98 |
| 96 | 579130.715 | 1338628.42 | 187.9 |
| 97 | 579130.406 | 1338626.97 | 187.963 |
| 98 | 579130.233 | 1338624.42 | 188.073 |
| 99 | 579129.674 | 1338620.5 | 188.146 |
| 100 | 579129.162 | 1338618.05 | 188.046 |
| 101 | 579128.664 | 1338614.38 | 188.183 |
| 102 | 579134.873 | 1338629.19 | 187.892 |
| 103 | 579134.806 | 1338626.8 | 187.88 |
| 104 | 579134.249 | 1338623.8 | 188.007 |
| 105 | 579133.863 | 1338620.19 | 188.057 |
| 106 | 579133.983 | 1338617.49 | 188.215 |
| 107 | 579133.861 | 1338616.88 | 188.067 |
| 108 | 579133.659 | 1338616.06 | 188.271 |
| 109 | 579133.17 | 1338614.68 | 188.004 |
| 110 | 579132.709 | 1338612.35 | 188.071 |
| 111 | 579138.674 | 1338629.34 | 187.935 |
| 112 | 579138.685 | 1338627.66 | 187.778 |
| 113 | 579138.692 | 1338626.47 | 187.829 |
| 114 | 579138.686 | 1338624.01 | 187.936 |
| 115 | 579138.627 | 1338620.15 | 188.029 |
| 116 | 579138.729 | 1338619.51 | 188.211 |
| 117 | 579138.772 | 1338616.98 | 188.783 |
| 118 | 579138.656 | 1338615.3 | 188.333 |
| 119 | 579138.542 | 1338613.41 | 188.201 |

REPLANTEO TOPOGRAFICO PARA ESTACIONAMIENTO ESTADIO NACIONAL DE FOOTBALL

| | | | |
|-----|------------|------------|---------|
| 120 | 579144.318 | 1338629.96 | 187.732 |
| 121 | 579144.737 | 1338628.39 | 187.698 |
| 122 | 579144.944 | 1338627.42 | 187.736 |
| 123 | 579145.667 | 1338624.22 | 187.88 |
| 124 | 579146.1 | 1338620.64 | 187.939 |
| 125 | 579146.182 | 1338619.83 | 188.16 |
| 126 | 579146.444 | 1338617.68 | 188.588 |
| 127 | 579147.136 | 1338613.94 | 187.765 |
| 128 | 579148.519 | 1338631.73 | 187.59 |
| 129 | 579149.043 | 1338630.64 | 187.754 |
| 130 | 579149.543 | 1338629.04 | 187.666 |
| 131 | 579150.642 | 1338625.25 | 187.835 |
| 132 | 579151.703 | 1338621.4 | 187.9 |
| 133 | 579152.25 | 1338619.98 | 188.196 |
| 134 | 579152.471 | 1338618.72 | 188.437 |
| 135 | 579153.156 | 1338614.39 | 188.349 |
| 136 | 579151.494 | 1338633.09 | 187.727 |
| 137 | 579152.814 | 1338630.56 | 187.813 |
| 138 | 579153.176 | 1338630.1 | 187.551 |
| 139 | 579154.905 | 1338626.52 | 187.701 |
| 140 | 579156.18 | 1338623.39 | 187.677 |
| 141 | 579156.489 | 1338622.87 | 187.889 |
| 142 | 579157.769 | 1338620.06 | 188.783 |
| 143 | 579158.111 | 1338618.75 | 188.42 |
| 144 | 579159.609 | 1338615.7 | 187.979 |
| 145 | 579154.824 | 1338635.39 | 187.598 |
| 146 | 579156.927 | 1338632.78 | 187.42 |
| 147 | 579157.159 | 1338632.49 | 187.225 |
| 148 | 579159.033 | 1338628.85 | 187.371 |
| 149 | 579160.723 | 1338625.79 | 187.328 |
| 150 | 579161.081 | 1338624.74 | 187.714 |
| 151 | 579162.207 | 1338622.63 | 188.743 |
| 152 | 579163.336 | 1338620.57 | 188.286 |
| 153 | 579158.875 | 1338638.38 | 187.226 |
| 154 | 579160.806 | 1338635.97 | 187.061 |
| 155 | 579161.208 | 1338635.74 | 186.796 |
| 156 | 579163.715 | 1338632.46 | 186.876 |
| 157 | 579166.44 | 1338629.37 | 186.741 |
| 158 | 579170.113 | 1338626.1 | 186.747 |
| 159 | 579172.417 | 1338624.46 | 186.878 |
| 160 | 579173.224 | 1338623.31 | 187.534 |
| 161 | 579175.022 | 1338621.21 | 187.184 |
| 162 | 579177.292 | 1338618.9 | 186.65 |
| 163 | 579179.247 | 1338617.32 | 186.493 |
| 164 | 579183.09 | 1338615.58 | 186.825 |
| 165 | 579188.856 | 1338612.13 | 186.94 |
| 166 | 579191.002 | 1338611.18 | 185.957 |
| 167 | 579194.101 | 1338609.85 | 185.321 |

REPLANTEO TOPOGRAFICO PARA ESTACIONAMIENTO ESTADIO NACIONAL DE FOOTBALL

| | | | |
|-----|------------|------------|---------|
| 168 | 579195.308 | 1338609.66 | 184.819 |
| 169 | 579195.976 | 1338609.36 | 183.604 |
| 170 | 579195.793 | 1338609.49 | 183.598 |
| 171 | 579195.16 | 1338609.57 | 184.764 |
| 172 | 579162.192 | 1338641.69 | 186.933 |
| 173 | 579164.858 | 1338639.51 | 186.752 |
| 174 | 579165.142 | 1338639.29 | 186.498 |
| 175 | 579167.927 | 1338637.01 | 186.517 |
| 176 | 579171.472 | 1338634.07 | 186.359 |
| 177 | 579175.854 | 1338631 | 186.794 |
| 178 | 579176.459 | 1338630.47 | 186.726 |
| 179 | 579177.152 | 1338630.04 | 186.522 |
| 180 | 579182.519 | 1338626.67 | 186.388 |
| 181 | 579183.821 | 1338625.97 | 186.772 |
| 182 | 579185.065 | 1338625.74 | 186.346 |
| 183 | 579186.815 | 1338624.63 | 187.174 |
| 184 | 579191.314 | 1338622.19 | 186.138 |
| 185 | 579195.334 | 1338620.82 | 184.847 |
| 186 | 579196.774 | 1338620.63 | 184.594 |
| 187 | 579197.653 | 1338620.32 | 183.447 |
| 188 | 579197.604 | 1338620.32 | 183.447 |
| 189 | 579196.776 | 1338620.58 | 184.597 |
| 190 | 579169.61 | 1338655.43 | 186.323 |
| 191 | 579170.727 | 1338654.64 | 186.08 |
| 192 | 579172.638 | 1338653.19 | 186.075 |
| 193 | 579175.229 | 1338650.67 | 186.03 |
| 194 | 579175.825 | 1338650.03 | 185.943 |
| 195 | 579177.955 | 1338648.34 | 185.994 |
| 196 | 579180.625 | 1338645.81 | 185.951 |
| 197 | 579181.252 | 1338645.45 | 186.096 |
| 198 | 579183.497 | 1338642.76 | 186.383 |
| 199 | 579186.105 | 1338640.71 | 186.32 |
| 200 | 579189.996 | 1338638.09 | 185.968 |
| 201 | 579192.228 | 1338637.28 | 185.456 |
| 202 | 579198.695 | 1338634.45 | 184.334 |
| 203 | 579199.677 | 1338634.34 | 183.179 |
| 204 | 579199.601 | 1338634.29 | 183.169 |
| 205 | 579198.699 | 1338634.54 | 184.334 |
| 206 | 579171.038 | 1338664.85 | 186.027 |
| 207 | 579174.49 | 1338662.89 | 185.958 |
| 208 | 579178.13 | 1338660.11 | 185.75 |
| 209 | 579180.037 | 1338658.61 | 185.621 |
| 210 | 579181.24 | 1338657.77 | 185.388 |
| 211 | 579181.794 | 1338657.33 | 185.347 |
| 212 | 579183.583 | 1338656.24 | 185.448 |
| 213 | 579185.977 | 1338654.08 | 185.284 |
| 214 | 579186.764 | 1338653.58 | 185.785 |
| 215 | 579187.759 | 1338653.35 | 186.088 |

REPLANTEO TOPOGRAFICO PARA ESTACIONAMIENTO ESTADIO NACIONAL DE
FOOTBALL

| | | | |
|-----|------------|------------|---------|
| 216 | 579189.148 | 1338652.76 | 186.882 |
| 217 | 579192.499 | 1338651.35 | 185.521 |
| 218 | 579193.53 | 1338650.93 | 185.485 |
| 219 | 579194.236 | 1338650.53 | 185.814 |
| 220 | 579194.769 | 1338650.26 | 186.166 |
| 221 | 579196.434 | 1338649.76 | 185.295 |
| 222 | 579198.905 | 1338649.08 | 184.403 |
| 223 | 579200.838 | 1338648.75 | 184.009 |
| 224 | 579201.462 | 1338648.24 | 182.816 |
| 225 | 579201.368 | 1338648.29 | 182.714 |
| 226 | 579200.711 | 1338648.48 | 183.893 |
| 227 | 579171.467 | 1338671.25 | 186.022 |
| 228 | 579174.086 | 1338670.11 | 185.822 |
| 229 | 579176.646 | 1338669.75 | 185.544 |
| 230 | 579177.885 | 1338669.17 | 185.725 |
| 231 | 579182.344 | 1338667.38 | 185.527 |
| 232 | 579183.554 | 1338666.7 | 185.123 |
| 233 | 579185.341 | 1338665.99 | 184.992 |
| 234 | 579185.714 | 1338665.85 | 184.429 |
| 235 | 579188.211 | 1338664.83 | 184.675 |
| 236 | 579191.275 | 1338663.43 | 184.646 |
| 237 | 579191.905 | 1338663.19 | 185.012 |
| 238 | 579193.049 | 1338662.72 | 185.341 |
| 239 | 579194.232 | 1338662.03 | 185.327 |
| 240 | 579196.236 | 1338661.64 | 185.151 |
| 241 | 579198.256 | 1338661.11 | 184.422 |
| 242 | 579198.589 | 1338660.75 | 183.931 |
| 243 | 579199.044 | 1338660.67 | 184.165 |
| 244 | 579200.791 | 1338660.69 | 184.523 |
| 245 | 579202.217 | 1338660.59 | 183.885 |
| 246 | 579203.151 | 1338660.23 | 182.567 |
| 247 | 579203.002 | 1338660.14 | 182.569 |
| 248 | 579202.232 | 1338660.23 | 183.859 |
| 249 | 579172.504 | 1338676.15 | 186.015 |
| 250 | 579176.079 | 1338675.36 | 185.612 |
| 251 | 579180.662 | 1338674.98 | 184.874 |
| 252 | 579181.487 | 1338674.97 | 184.61 |
| 253 | 579182.248 | 1338674.72 | 184.582 |
| 254 | 579186.186 | 1338674.09 | 184.119 |
| 255 | 579187.994 | 1338673.74 | 183.762 |
| 256 | 579190.981 | 1338673.12 | 183.839 |
| 257 | 579194.298 | 1338672.4 | 183.757 |
| 258 | 579194.901 | 1338672.19 | 183.978 |
| 259 | 579198.105 | 1338671.48 | 184.435 |
| 260 | 579200.167 | 1338671.05 | 183.994 |
| 261 | 579202.113 | 1338670.95 | 183.595 |
| 262 | 579203.827 | 1338670.59 | 182.56 |
| 263 | 579204.68 | 1338670.55 | 181.372 |

REPLANTEO TOPOGRAFICO PARA ESTACIONAMIENTO ESTADIO NACIONAL DE FOOTBALL

| | | | |
|-----|------------|------------|---------|
| 264 | 579204.557 | 1338670.49 | 181.377 |
| 265 | 579204.017 | 1338670.3 | 182.552 |
| 266 | 579161.599 | 1338640.98 | 186.968 |
| 267 | 579164.254 | 1338644.36 | 186.705 |
| 268 | 579166.408 | 1338648.05 | 186.469 |
| 269 | 579168.109 | 1338652 | 186.328 |
| 270 | 579169.456 | 1338656.08 | 186.414 |
| 271 | 579173.181 | 1338682.11 | 183.72 |
| 272 | 579171.774 | 1338673 | 186.146 |
| 273 | 579171.301 | 1338669.16 | 186.167 |
| 274 | 579172.341 | 1338673.8 | 185.952 |
| 275 | 579169.413 | 1338650.06 | 186.408 |
| 276 | 579168.334 | 1338650.5 | 186.414 |
| 277 | 579168.748 | 1338651.58 | 186.386 |
| 278 | 579169.862 | 1338651.1 | 186.386 |
| 279 | 579172.24 | 1338661.12 | 186.288 |
| 280 | 579172.5 | 1338662.27 | 186.294 |
| 281 | 579171.428 | 1338662.64 | 186.3 |
| 282 | 579171.124 | 1338661.5 | 186.308 |
| 283 | 579182.949 | 1338663.66 | 185.255 |
| 284 | 579182.72 | 1338662.43 | 185.318 |
| 285 | 579183.928 | 1338662.32 | 185.257 |
| 286 | 579184.067 | 1338663.46 | 185.256 |
| 287 | 579191.964 | 1338660.2 | 185.669 |
| 288 | 579191.984 | 1338658.82 | 185.656 |
| 289 | 579193.229 | 1338658.86 | 185.669 |
| 290 | 579193.117 | 1338660.23 | 185.662 |
| 291 | 579172.698 | 1338660.75 | 186.137 |
| 292 | 579172.918 | 1338655.5 | 186.094 |
| 293 | 579172.904 | 1338651.62 | 186.135 |
| 294 | 579169.34 | 1338653.85 | 186.256 |
| 295 | 579172.473 | 1338667.43 | 186.009 |
| 296 | 579185.807 | 1338647.62 | 186.434 |
| 297 | 579180.013 | 1338640.92 | 186.486 |
| 298 | 579175.832 | 1338629.71 | 186.685 |
| 299 | 579181.151 | 1338629.17 | 186.439 |
| 300 | 579177.409 | 1338632.88 | 186.947 |
| 301 | 579188.806 | 1338643.11 | 186.181 |
| 302 | 579183.198 | 1338629.46 | 186.249 |
| 303 | 579180.583 | 1338624.21 | 186.602 |
| 304 | 579188.038 | 1338639.02 | 185.979 |
| 305 | 579182.879 | 1338624.75 | 186.63 |
| 306 | 579186.674 | 1338629.21 | 186.078 |
| 307 | 579192.535 | 1338641.37 | 185.433 |
| 308 | 579192.886 | 1338644.02 | 185.157 |
| 309 | 579185.502 | 1338614.99 | 186.747 |
| 310 | 579190.345 | 1338624.65 | 186.537 |
| 311 | 579193.339 | 1338645.64 | 185.321 |

REPLANTEO TOPOGRAFICO PARA ESTACIONAMIENTO ESTADIO NACIONAL DE FOOTBALL

| | | | |
|-----|------------|------------|---------|
| 312 | 579196.596 | 1338647.55 | 185.795 |
| 313 | 579187.483 | 1338613.71 | 186.752 |
| 314 | 579188.193 | 1338615.02 | 186.615 |
| 315 | 579193.321 | 1338617.17 | 185.565 |
| 316 | 579193.898 | 1338629.32 | 185.601 |
| 317 | 579189.97 | 1338651.19 | 186.392 |
| 318 | 579188.085 | 1338651.24 | 186.444 |
| 319 | 579198.827 | 1338637.85 | 184.484 |
| 320 | 579195.006 | 1338644.24 | 185.523 |
| 321 | 579191.357 | 1338659.68 | 185.742 |
| 322 | 579193.613 | 1338663.59 | 185.245 |
| 323 | 579193.576 | 1338662.36 | 185.471 |
| 324 | 579203.114 | 1338678.44 | 183.688 |
| 325 | 579205.676 | 1338682.63 | 182.705 |
| 326 | 579205.581 | 1338695.48 | 183.612 |
| 327 | 579211.296 | 1338733.98 | 181.952 |
| 328 | 579210.913 | 1338741.29 | 182.116 |
| 329 | 579213.291 | 338753.69 | 180.671 |
| 330 | 579213.038 | 1338765.19 | 181.144 |
| 331 | 579214.25 | 1338769.43 | 180.792 |
| 332 | 579215.678 | 1338773.87 | 180.188 |
| 333 | 579202.443 | 1338752.61 | 184.594 |
| 334 | 579188.162 | 1338765.48 | 183.555 |
| 335 | 579200.46 | 1338777.88 | 181.753 |
| 336 | 579200.355 | 1338776.79 | 181.815 |
| 337 | 579199.179 | 1338776.84 | 181.826 |
| 338 | 579199.338 | 1338778.02 | 181.735 |
| 339 | 579187.335 | 1338778.56 | 182.937 |
| 340 | 579188.536 | 1338779.6 | 182.906 |
| 341 | 579188.427 | 1338778.39 | 182.937 |
| 342 | 579187.394 | 1338779.69 | 182.919 |
| 343 | 579188.078 | 1338790.98 | 182.686 |
| 344 | 579182.086 | 1338744.42 | 183.812 |
| 345 | 579180.879 | 1338744.3 | 183.67 |
| 346 | 579180.705 | 1338743.25 | 183.68 |
| 347 | 579179.558 | 1338743.25 | 183.732 |
| 348 | 579179.662 | 1338744.41 | 183.734 |
| 349 | 579187.478 | 1338743.24 | 183.727 |
| 350 | 579187.232 | 1338742.21 | 183.747 |
| 351 | 579188.504 | 1338742.03 | 183.751 |
| 352 | 579188.542 | 1338742.95 | 183.74 |
| 353 | 579182.243 | 1338744.65 | 182.817 |
| 354 | 579184.558 | 1338760.47 | 182.366 |
| 355 | 579208.366 | 1338776.6 | 181.941 |
| 356 | 579208.595 | 1338778.02 | 181.937 |
| 357 | 579210.023 | 1338777.9 | 181.923 |
| 358 | 579209.909 | 1338776.49 | 181.93 |
| 359 | 579208.802 | 1338777.4 | 180.097 |

REPLANTEO TOPOGRAFICO PARA ESTACIONAMIENTO ESTADIO NACIONAL DE
FOOTBALL

| | | | |
|-----|------------|------------|---------|
| 360 | 579209.718 | 1338776.87 | 179.54 |
| 361 | 579220.008 | 1338781.33 | 179.108 |
| 362 | 579201.195 | 1338735.8 | 183.582 |
| 363 | 579201.012 | 1338734.6 | 183.569 |
| 364 | 579200.203 | 1338734.93 | 183.511 |
| 365 | 579188.475 | 1338732.61 | 183.715 |
| 366 | 579193.127 | 1338726.58 | 183.252 |
| 367 | 579193.103 | 1338725.45 | 183.265 |
| 368 | 579192.089 | 1338725.57 | 183.354 |
| 369 | 579192.144 | 1338726.54 | 183.324 |
| 370 | 579186.347 | 1338727.44 | 183.651 |
| 371 | 579185.202 | 1338727.58 | 183.768 |
| 372 | 579184.955 | 1338726.55 | 183.732 |
| 373 | 579186.164 | 1338726.35 | 183.644 |
| 374 | 579185.613 | 1338709.38 | 183.637 |
| 375 | 579185.095 | 1338707.29 | 183.629 |
| 376 | 579184.29 | 1338713.6 | 183.731 |
| 377 | 579183.181 | 1338713.8 | 183.725 |
| 378 | 579183.012 | 1338712.65 | 183.729 |
| 379 | 579184.133 | 1338712.44 | 183.738 |
| 380 | 579182.217 | 1338698.75 | 183.741 |
| 381 | 579181.056 | 1338698.92 | 183.743 |
| 382 | 579180.959 | 1338697.8 | 183.759 |
| 383 | 579182.04 | 1338697.63 | 183.709 |
| 384 | 579174.585 | 1338699.87 | 183.616 |
| 385 | 579172.516 | 1338700.39 | 183.616 |
| 386 | 579172.188 | 1338699.42 | 183.576 |
| 387 | 579174.335 | 1338698.81 | 183.621 |
| 388 | 579204.519 | 1338669.39 | 182.572 |
| 389 | 579192.628 | 1338659.28 | 183.202 |
| 390 | 579192.409 | 1338659.18 | 182.77 |
| 391 | 579168.168 | 1338746.45 | 184.758 |
| 392 | 579159.418 | 1338684.19 | 183.865 |
| 393 | 579159.382 | 1338684.11 | 183.892 |
| 394 | 579173.221 | 1338682.19 | 183.708 |
| 395 | 579172.833 | 1338677.56 | 185.614 |
| 396 | 579172.83 | 1338678.06 | 183.996 |
| 397 | 579179.107 | 1338681.48 | 183.578 |
| 398 | 579176.982 | 1338676.67 | 185.282 |
| 399 | 579177.805 | 1338678.55 | 184.06 |
| 400 | 579179.448 | 1338675.56 | 185.072 |
| 401 | 579179.864 | 1338677.46 | 184.771 |
| 402 | 579179.928 | 1338677.74 | 184.446 |
| 403 | 579180.296 | 1338680.13 | 183.498 |
| 404 | 579183.817 | 1338676.23 | 184.302 |
| 405 | 579185.213 | 1338680.14 | 183.672 |
| 406 | 579188.659 | 1338679.84 | 183.447 |
| 407 | 579191.861 | 1338679.57 | 183.498 |

REPLANTEO TOPOGRAFICO PARA ESTACIONAMIENTO ESTADIO NACIONAL DE
FOOTBALL

| | | | |
|-----|------------|------------|---------|
| 408 | 579195.52 | 1338679.57 | 183.468 |
| 409 | 579196.529 | 1338679.49 | 183.75 |
| 410 | 579199.104 | 1338679.3 | 184.027 |
| 411 | 579201.255 | 1338678.86 | 183.638 |
| 412 | 579203.414 | 1338678.44 | 183.643 |
| 413 | 579204.355 | 1338678.27 | 182.896 |
| 414 | 579205.015 | 1338678.24 | 182.415 |
| 415 | 579205.689 | 1338678.01 | 181.195 |
| 416 | 579205.696 | 1338677.99 | 181.195 |
| 417 | 579204.944 | 1338678.14 | 182.42 |
| 418 | 579161.078 | 1338696.03 | 183.875 |
| 419 | 579174.37 | 1338694.43 | 183.629 |
| 420 | 579187.685 | 1338692.47 | 183.273 |
| 421 | 579189.002 | 1338692.36 | 183.26 |
| 422 | 579192.854 | 1338692.37 | 183.286 |
| 423 | 579196.373 | 1338692.33 | 183.237 |
| 424 | 579197.292 | 1338692.34 | 183.403 |
| 425 | 579199.883 | 1338692.18 | 183.907 |
| 426 | 579202.239 | 1338691.9 | 183.476 |
| 427 | 579203.121 | 1338691.82 | 183.861 |
| 428 | 579204.369 | 1338691.67 | 183.676 |
| 429 | 579206.126 | 1338691.75 | 182.769 |
| 430 | 579206.848 | 1338691.49 | 182.155 |
| 431 | 579207.68 | 1338691.68 | 180.953 |
| 432 | 579207.652 | 1338691.71 | 180.953 |
| 433 | 579207.048 | 1338691.72 | 182.138 |
| 434 | 579162.666 | 1338706.41 | 183.607 |
| 435 | 579173.953 | 1338705.22 | 183.69 |
| 436 | 579187.2 | 1338703.39 | 183.541 |
| 437 | 579189.543 | 1338703.09 | 183.176 |
| 438 | 579193.371 | 1338702.76 | 183.215 |
| 439 | 579196.853 | 1338702.63 | 183.135 |
| 440 | 579197.206 | 1338702.54 | 183.27 |
| 441 | 579203.611 | 1338701.64 | 182.969 |
| 442 | 579204.367 | 1338701.37 | 182.468 |
| 443 | 579206.094 | 1338701.05 | 182.013 |
| 444 | 579208.378 | 1338701.15 | 181.92 |
| 445 | 579209.378 | 1338701.23 | 180.763 |
| 446 | 579209.328 | 1338701.23 | 180.76 |
| 447 | 579208.453 | 1338701.17 | 181.912 |
| 448 | 579163.991 | 1338716.63 | 183.632 |
| 449 | 579174.32 | 1338715.61 | 183.661 |
| 450 | 579189.173 | 1338713.66 | 183.515 |
| 451 | 579191.17 | 1338713.31 | 183.109 |
| 452 | 579194.473 | 1338713.01 | 183.055 |
| 453 | 579197.411 | 1338712.51 | 183.04 |
| 454 | 579197.966 | 1338712.42 | 183.338 |
| 455 | 579204.603 | 1338711.39 | 183.133 |

REPLANTEO TOPOGRAFICO PARA ESTACIONAMIENTO ESTADIO NACIONAL DE
FOOTBALL

| | | | |
|-----|------------|------------|---------|
| 456 | 579208.045 | 1338711.43 | 182.246 |
| 457 | 579209.853 | 1338711.4 | 181.665 |
| 458 | 579210.621 | 1338711.45 | 180.514 |
| 459 | 579210.615 | 1338711.45 | 180.514 |
| 460 | 579209.789 | 1338711.5 | 181.671 |
| 461 | 579165.782 | 1338728.82 | 183.649 |
| 462 | 579172.073 | 1338727.81 | 183.764 |
| 463 | 579182.809 | 1338725.37 | 183.669 |
| 464 | 579190.778 | 1338724.07 | 183.589 |
| 465 | 579191.857 | 1338724.03 | 183.395 |
| 466 | 579193.54 | 1338723.97 | 183.052 |
| 467 | 579195.6 | 1338723.9 | 183.028 |
| 468 | 579198.601 | 1338723.5 | 183.004 |
| 469 | 579198.937 | 1338723.43 | 183.393 |
| 470 | 579208.079 | 1338722.45 | 183.061 |
| 471 | 579209.52 | 1338722.26 | 182.178 |
| 472 | 579211.257 | 1338722.11 | 181.484 |
| 473 | 579212.122 | 1338722.11 | 180.298 |
| 474 | 579212.141 | 1338722.12 | 180.297 |
| 475 | 579211.163 | 1338722.23 | 181.462 |
| 476 | 579167.225 | 1338739.01 | 183.626 |
| 477 | 579179.456 | 1338736.04 | 183.688 |
| 478 | 579192.966 | 1338734.7 | 183.403 |
| 479 | 579193.554 | 1338734.62 | 183.036 |
| 480 | 579194.487 | 1338734.65 | 182.927 |
| 481 | 579196.498 | 1338734.76 | 182.877 |
| 482 | 579199.356 | 1338734.5 | 182.859 |
| 483 | 579199.697 | 1338734.4 | 183.431 |
| 484 | 579200.102 | 1338734.35 | 183.556 |
| 485 | 579208.198 | 1338732.61 | 183.116 |
| 486 | 579210.512 | 1338732.2 | 181.96 |
| 487 | 579212.395 | 1338731.78 | 181.282 |
| 488 | 579213.171 | 1338731.6 | 180.049 |
| 489 | 579213.168 | 1338731.6 | 180.049 |
| 490 | 579212.428 | 1338731.74 | 181.291 |
| 491 | 579168.406 | 1338744.75 | 183.81 |
| 492 | 579169.564 | 1338744.6 | 183.796 |
| 493 | 579169.731 | 1338745.72 | 183.807 |
| 494 | 579168.569 | 1338745.95 | 183.803 |
| 495 | 579168.288 | 1338745.8 | 183.727 |
| 496 | 579182.183 | 1338743.38 | 183.543 |
| 497 | 579182.663 | 1338744.52 | 183.213 |
| 498 | 579182.654 | 1338745.43 | 182.484 |
| 499 | 579186.992 | 1338742.31 | 183.667 |
| 500 | 579187.077 | 1338743.45 | 183.443 |