

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**



TITULO:

**“APLICACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL ÁREA DE VÍAS
TERRESTRES”**

PRESENTADO POR:

**ALVAREZ BENAVIDES, JUAN FERNANDO
NOBLE PORTILLO, SERGIO ADGUSTO
RAMOS RODRIGUEZ, EDUARDO JONATHAN**

PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

DOCENTE DIRECTOR:

ING. RIGOBERTO LOPEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, JUNIO DE 2013

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTOR:

Ing. Mario Roberto Nieto Lovo.

VICERRECTORA ACADÉMICA:

Maestra Ana María Glower de Alvarado.

SECRETARIA GENERAL:

Dra. Ana Leticia Zavaleta de Amaya.

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

DECANO:

Lic. Cristóbal Hernán Ríos Benítez

VICEDECANO:

Lic. Carlos Alexander Díaz

SECRETARIO GENERAL:

Lic. Jorge Alberto Ortez Hernández

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

JEFE DE DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA:

Ing. Luis Clayton Martínez Rivera

COORDINADORA DE PROCESOS DE GRADUACION:

Ing. Milagro de María Romero de García

COORDINADOR DE CARRERA DE INGENIERIA CIVIL:

Ing. Guillermo Moya Turcios

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OPCIÓN AL GRADO
DE:
INGENIERO CIVIL**

**TEMA:
“APLICACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGIAS EN EL AREA DE VIAS
TERRESTRES”**

**PRESENTAN:
ALVAREZ BENAVIDES, JUAN FERNANDO
NOBLE PORTILLO, SERGIO ADGUSTO
RAMOS RODRIGUEZ, EDUARDO JONATHAN**

**DOCENTE DIRECTOR:
ING. RIGOBERTO LOPEZ**

CIUDAD UNIVERSITARIA, 27 DE JUNIO DE 2013.

TRABAJO DE GRADUACIÓN APROBADO POR:

ING. RIGOBERTO LOPEZ

Docente Director

ING. MILAGRO DE MARÍA ROMERO DE GARCÍA

Coordinadora de Procesos de Graduación

DEDICATORIA

Doy gracias primeramente a Dios por permitirme lograr este objetivo tan importante en mi vida.

A mi madre por todo el Amor que me ha brindado y que con mucho esfuerzo me logro sacar adelante, por todos sus consejos y enseñanzas que me ayudaron a llegar hasta acá.

A mi esposa, mi ayuda idónea, que fue un gran apoyo en la última etapa de mi carrera y nunca que dejo desmayar.

A mis hermanos que siempre estuvieron ahí cuando los necesite y muchas veces solventaron problemas a lo largo de mi carrera.

A nuestro Asesor de Tesis Ing Rigoberto López, por todo su apoyo y sobre todo paciencia, en el desarrollo de nuestro trabajo.

A mis compañeros de Tesis que a pesar de todo se esforzaron para que lográramos alcanzar este gran objetivo en nuestras vidas.

A mis compañeros que durante tantos años compartimos muchas experiencias, buenas y malas, y me regalaron su amistad y compartieron también tantos conocimientos que llevo atesorados en el corazón.

Y así a todas las personas que influyeron de manera directa e indirecta para que lograra llegar hasta acá.

Gracias.

Juan Fernando Álvarez Benavides

AGRADECIMIENTO

DIOS TODOPODEROSO, por haberme bendecido en cada etapa de mi vida y guiado por el sendero del bien permitiendo la culminación de mi carrera con éxito.

MIS TÍAS, Ana Ruth Gómez y Margarita Dolores Gómez por ser más que Tías para mí por ser cada una de ellas como una Madre a lo largo de mi vida, por su incondicional apoyo y ánimos.

REYNALDO REYES GARCIA, por ser el mejor Docente que tuve a lo largo de toda mi vida académica, por sus consejos, por su manera tan transparente de ser para con sus alumnos y puedo decir que no habrá mejor Docente que él en cualquier lugar.

NUESTRO DOCENTE DIRECTOR, Ing. Rigoberto López por su guía y ayuda desde el principio hasta el final de nuestro trabajo.

MARTA ALICIA PORTILLO que de cariño la conocemos como “Martita” en la Universidad, por ser desde el primer momento hasta el último un apoyo incondicional en mi carrera.

DAVID ESCALANTE CAMPOS quien fue un soporte muy importante en mi Trabajo de Graduación.

ANA RICARDA ZELAYA por haberme enseñado las vocales, a leer, los colores, Gracias.

BLANCA ESTELA NAVARRO, Gracias por su apoyo y consejos a lo largo de toda mi vida.

LEIDY EMELINDA TORRES JOYA, Gracias por haberme enseñado tantas cosas en el ámbito de la Topografía en campo y por ser un soporte incondicional en la finalización de mi Trabajo de Graduación

Sergio Adgusto Noble Portillo

DEDICATORIA

Las personas a las cuales **DEDICO** este triunfo son muy especiales para mi, ya que por su ánimo, apoyo, cariño, consejos y compañía en las diferentes etapas de mi vida he logrado culminar mi carrera.

A LA MEMORIA DE MI MADRE MARLENY MARILÚ PORTILLO CAÑAS

Por haber sido una de mis principales motivaciones en mi vida, por haberme dado el don de la vida, por desear desde el primer momento que yo fuera un excelente estudiante, que fuera el mejor, que fuera la mejor persona, por haber estado siempre en mi corazón, por haber sido, ser y será el ángel que vela por mis pasos desde el cielo.

A LA MEMORIA DE MI ABUELO VIRGILIO NOBLE

Por haber sido mi segundo padre en los 14 años que Dios le permitió estar conmigo, por siempre cuidar de mí, por sus consejos, por sus bendiciones, por ser el mejor abuelo que pude tener.

A MI ABUELA MARGARITA GOMEZ

Es ella, la mejor abuela que pude tener la que ha sido mi segunda madre, la que cuidó de mi desde los 11 días de haber nacido, la que se preocupaba y cuidaba cuando yo enfermaba, la que me despertaba cada mañana para asistir a la Escuela, la que siempre estuvo pendiente de mis alimentos, la que siempre me aconsejaba, simplemente no hay palabras para describirla.

A MI PADRE SERGIO NOBLE GOMEZ

Por ser la persona que siempre ha estado conmigo en todo momento, en los momentos malos en los cuales me ha brindado ánimos para seguir adelante, en los momentos buenos ha compartido conmigo esa felicidad, por sus consejos a lo largo de mi vida, por ser la persona que me enseñó las vocales, a leer a escribir, por ser la persona que me enseñó Matemática, Aritmética, Álgebra, por ser él, la persona que me acompañó a lo largo de mi carrera y que me apoyó moral y

académicamente, y puedo decir que es él quien me llevó a mi primera clase en la Universidad y es él quien me llevó a mi Tercera Presentación de mi Trabajo de Graduación y siempre estará en mi mente y corazón.

A MI NOVIA MILAGRO DE LA PAZ AGUILERA LÓPEZ

Por ser la persona más bella y cristalina que nadie puede tener ni tendrá por novia, por su amor, comprensión y apoyo en los últimos años de mi carrera te lo

dedico con mucho $r = a \left| \cos \left(\frac{\theta + \pi}{2} \right) \right| + \frac{b}{|\theta - \pi| + c}$

Sergio Adgusto Noble Portillo

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haber permitido alcanzar este triunfo, por guiarme y por la sabiduría brindada para culminar este proyecto.

A todo el personal docente que fue parte de la formación como profesionales y como personas.

A nuestro asesor Ingeniero Rigoberto López, director de este trabajo de graduación, por orientarnos, confiar en nuestro trabajo y sobre todo estar siempre dispuestos a ayudarnos en todo momento.

Además quiero aprovechar estas líneas para agradecer a todas las personas que nos han ayudado y brindado su apoyo de una manera desinteresada para que este proyecto se concretara.

A la Universidad de El Salvador, a través de la Facultad Multidisciplinaria Oriental por aprobar el tema de la presente investigación.

A nuestros amigos, familiares y todas aquellas personas que contribuyeron directa o indirectamente de manera desinteresada al desarrollo de este trabajo de graduación.

Eduardo Jonathan Ramos Rodríguez.

DEDICO ESTE TRIUNFO A:

A DIOS TODOPODEROSO:

Por haberme guiado por el camino correcto y darme capacidad de acumular los conocimientos necesarios para culminar con éxito mi carrera.

A MIS PADRES:

Nelly Esperanza Rodríguez Gutiérrez Y Eduardo Ramos. Por su sacrificio, esfuerzo, amor, apoyo y comprensión que en cada momento me dedicaron y que ahora ven recompensado con mi éxito profesional.

A MIS ABUELOS:

Olga Marina Ramos (QEPD) Y Efraín Hernández por su apoyo, dedicación, cuidado y sobre todo su enseñanza desde mi niñez.

A MIS HERMANAS:

Alejandra Carolina y Marina Nohemy. Con especial cariño, por su apoyo y comprensión.

A MI PADRINO:

Luis Orlando Pérez por sus consejos, ayuda y ser como un padre para mí a lo largo de mi carrera.

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS:

Por alentarme siempre a seguir adelante, por ayudarme cuando más lo necesité y a todos aquellos que dieron aliento para la consagración de este triunfo.

Eduardo Jonathan Ramos Rodríguez.

INDICE

CAPITULO I: “ANTEPROYECTO DE LA INVESTIGACION”	1
1.1 JUSTIFICACION	2
1.2 PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.3 OBJETIVOS	5
1.3.1 <i>Objetivo General</i>	5
1.3.2 <i>Objetivos Específicos</i>	5
1.4 ALCANCES Y LIMITANTES	6
1.4.1 <i>Alcances</i>	6
1.4.2 <i>Limitantes</i>	7
1.5 METODOLOGIA.....	8
CAPITULO II: “LA ESTACION TOTAL, COLECTOR Y SOKKIA IO UTILITY”	9
2.1 GENERALIDADES	10
2.1.1 <i>Introducción a la topografía</i>	10
2.1.2 <i>Definición de topografía</i>	11
2.1.3 <i>División de la topografía</i>	11
2.1.4 <i>Relación de la topografía con otras ciencias</i>	12
2.1.5 <i>Diferencia entre topografía y geodesia</i>	13
2.1.6 <i>Levantamientos</i>	13
2.1.7 <i>Productos Generados Por Los Levantamientos</i>	14
2.1.8 <i>Instrumentos Para Un Levantamiento Topográfico</i>	15
2.2 ANGULOS.....	18
2.2.1 <i>Unidades De Medida Angular</i>	19
2.2.2 <i>Clases De Ángulos Horizontales</i>	19
2.2.3 <i>Dirección De Una Línea</i>	21
2.3 ACIMUT Y RUMBOS	23
2.3.1 <i>Acimuts</i>	23
2.3.2 <i>Rumbos</i>	24
2.4 POLIGONALES.....	26
2.5 TIPOS DE LEVANTAMIENTOS.....	28
2.5.1 <i>Levantamiento de tipo general (Lotes y Parcelas)</i>	28
2.5.2 <i>Levantamiento Longitudinal o de vías de comunicación</i>	28
2.5.3 <i>Levantamientos de Minas</i>	29

2.5.4	<i>Levantamientos Hidrográficos</i>	30
2.5.5	<i>Levantamientos Catastrales y Urbanos</i>	30
2.6	PRINCIPIO DE TEORIA DE ERRORES	32
2.7	CLASIFICACION DE LOS ERRORES	33
2.7.1	<i>Según las causas que lo producen estos se clasifican en:</i>	33
2.7.2	<i>Según las formas que lo producen:</i>	33
2.8	ERRORES MÁS COMUNES EN LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS.....	36
2.8.1	<i>Errores Personales en campo:</i>	36
2.8.2	<i>Errores Instrumentales</i>	38
2.9	CRITERIOS DE COMPENSACION DE UNA POLIGONAL	39
2.9.1	<i>La Regla del Tránsito</i>	40
2.10	NIVELACION.....	41
2.10.1	<i>Banco de Marca</i>	41
2.11	MÉTODOS DE NIVELACION	42
2.11.1	<i>Nivelación Geométrica o Directa</i>	43
2.11.2	<i>Nivelación Geométrica Simple</i>	43
2.12	PRECISIÓN EN LAS NIVELACIONES.....	45
2.12.1	<i>Nivelación Aproximada</i>	45
2.12.2	<i>Nivelación Ordinaria</i>	45
2.12.3	<i>Nivelación de Precisión</i>	45
2.12.4	<i>Nivelación de Alta Precisión.</i>	45
2.13	FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRECISION EN LAS NIVELACIONES	46
2.14	MÉTODOS DE CONTRANIVELACION	46
2.14.1	<i>Por los mismos puntos</i>	46
2.14.2	<i>Por puntos diferentes</i>	47
2.14.3	<i>Por rutas diferentes.</i>	47
2.15	TIPOS DE ESTACIÓN TOTAL.....	48
2.16	MODELOS DE ESTACION TOTAL.....	49
2.16.1	<i>Funciones Que Realizan Los Instrumentos De Estación Total</i>	49
2.17	PARTES PRINCIPALES DE LA ESTACIÓN TOTAL	60
2.18	MODELOS DE COLECTOR	64
2.18.1	<i>Ventajas Y Desventajas De Los Colectores De Datos</i>	66
2.18.2	<i>Colectores TDS Ranger 300x Y 500x</i>	67
2.18.3	<i>Colector TDS Recon</i>	69

2.18.4	<i>Colector Fc-100 Topcon</i>	71
2.18.5	<i>Colector Fc- 2000</i>	73
2.18.6	<i>COLECTOR FC – 250 TOPCON</i>	75
2.18.7	<i>COLECTOR FC-236 TOPCON</i>	77
2.19	MODELOS DE TARJETAS	79
2.19.1	<i>Baterías</i>	79
2.19.2	<i>Memoria Interna de la HP 48</i>	80
2.19.3	<i>Tarjetas de Memoria</i>	81
2.19.4	<i>Cambio de baterías en la tarjeta RAM</i>	82
2.20	PRECAUCIONES Y MANTENIMIENTO EN EL USO DE ESTACIONES TOTALES.....	83
2.20.1	<i>Precauciones y Advertencias</i>	83
2.20.2	<i>Mantenimiento</i>	85
2.21	CONFIGURACIÓN DEL COLECTOR Y ESTACIÓN TOTAL.....	88
2.21.1	<i>La Pantalla de la SMI</i>	88
2.21.2	<i>Configuración del Colector</i>	90
2.21.3	<i>Configuración de la Estación Total Nikon dtm 330</i>	116
2.22	CENTRAR LA ESTACIÓN TOTAL.....	130
2.23	CAPTURA DE PUNTOS USANDO LA HP 48 GX.....	135
2.24	COMPENSACIÓN DE POLIGONALES USANDO EL COLECTOR	142
2.25	CARGA Y DESCARGA DE PUNTOS USANDO SOKKIA IO UTILITY	152
2.25.1	<i>Descarga de puntos</i>	152
2.25.2	<i>Carga de Puntos</i>	171
CAPITULO III: “SISTEMAS DE COORDENADAS PLANAS Y EL GPS”		180
3.1	PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA.....	181
3.2	CLASES DE PROYECCIONES	182
3.2.1	<i>Proyección Cilíndrica</i>	182
3.2.2	<i>Proyección Cónica</i>	183
3.2.3	<i>Proyección Cónica Simple</i>	184
3.2.4	<i>Proyección Cónica Múltiple</i>	184
3.2.5	<i>Proyección Acimutal, Cenital O Polar</i>	185
3.2.6	<i>Proyección Ortográfica</i>	186
3.2.7	<i>Proyección Estereográfica</i>	187

3.2.8	<i>Proyección gnomónica</i>	188
3.2.9	<i>Cuadro Sinóptico</i>	189
3.3	SISTEMAS BASICOS DE PROYECCION.....	190
3.3.1	<i>Proyección Conforme de Lambert</i>	190
3.3.2	<i>Proyección Cilíndrica conforme Transversal de Mercator</i>	191
3.3.3	<i>Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM)</i>	192
3.3.4	<i>PROYECCIÓN TRANSVERSA DE MERCATOR</i>	193
3.4	CARACTERISTICAS DE LOS SISTEMAS BASICOS DE PROYECCION	197
3.4.1	<i>Proyección Conforme de Lambert</i>	197
3.4.2	<i>Proyección Cilíndrica conforme Transversal de Mercator</i>	198
3.4.3	<i>Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM)</i>	201
3.5	WORLD GEODETIC SYSTEM 84 (QUE SIGNIFICA SISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL 1984 WGS 84)	204
3.6	EVOLUCIÓN DE LA GEODESIA EN EL SALVADOR	208
3.6.1	<i>La Nueva Red Geodésica Nacional</i>	209
3.6.2	<i>Red de Densificación Salvadoreña</i>	215
3.6.3	<i>Red Geodésica de Apoyo Fronteriza El Salvador-Honduras</i>	217
3.7	EVOLUCIÓN INSTITUCIONAL GEOGRÁFICA EN EL SALVADOR.....	221
3.8	COORDENADAS GEODÉSICAS Y APLICACIONES	224
3.8.1	<i>Coordenadas Geodésicas</i>	224
3.8.2	<i>Mojones Geodésicos</i>	226
3.8.3	<i>Características de los mojones geodésicos</i>	226
3.8.4	<i>Descripción del vértice geodésico</i>	228
3.9	SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)	230
3.9.1	<i>Corrección De Errores</i>	236
3.9.2	<i>Componentes Del Sistema G.P.S.</i>	239
3.9.3	<i>DGPS o GPS Diferencial</i>	242
CAPITULO IV: “DISEÑO DE ELEMENTOS DE CARRETERAS USANDO AUTOCAD CIVIL 3D 2012”		267
4.1	CURVAS DE NIVEL.....	268
4.2	ALINEAMIENTO HORIZONTAL	270
4.3	ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL ALINEAMIENTO HORIZONTAL	271
4.3.1	<i>Tangentes</i>	271

4.3.2	<i>Curvas Circulares</i>	271
4.3.3	<i>Curvas de transición</i>	276
4.4	RADIO MINIMO	282
4.5	DISEÑO PARA CALLES URBANAS DE BAJA VELOCIDAD	283
4.6	ALINEAMIENTO VERTICAL.....	285
4.7	ELEMENTO QUE INTEGRAN EL ALINEAMIENTO VERTICAL	285
4.7.1	<i>Tangentes</i>	285
4.8	CURVAS VERTICALES.....	287
4.9	PERFILES TOPOGRÁFICOS.....	297
4.10	LA SUBRASANTE	298
4.10.1	<i>La Rasante</i>	298
4.10.2	<i>Calzada</i>	298
4.11	SECCIONES TRANSVERSALES	299
4.12	BORDILLOS Y CUNETAS	301
4.13	ANCHO DE CARRILES	303
4.14	DERECHO DE VÍA	304
4.15	DIAGRAMA DE MASAS	311
4.16	GENERALIDADES DE AUTOCAD CIVIL 3D 2012.....	312
4.17	CONFIGURACIÓN DEL DIBUJO DE AUTOCAD CIVIL 3D 2012	323
4.17.1	<i>Guardar Archivo en AutoCAD Civil 3D 2012</i>	328
4.17.2	<i>Selección de Estilo de Punto en AutoCAD Civil 3D 2012</i>	330
4.17.3	<i>Selección del Estilo de Texto de nuestro proyecto</i>	331
4.17.4	<i>Creación de Capas</i>	335
4.18	IMPORTAR PUNTOS.....	339
4.19	CREACIÓN DE LA SUPERFICIE DE TRABAJO	367
4.20	CURVAS DE NIVEL.....	374
4.21	CREACIÓN DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL	381
4.22	CREACIÓN DE PERFILES.....	398
4.23	CREACIÓN DE LA RASANTE	412
4.24	LÍNEAS DE MUESTREO	418
4.25	SECCIONES TRANSVERSALES	422
4.26	CREACIÓN DE ENSAMBLAJE.....	428
4.27	GENERAR OBRA LINEAL.....	447
4.28	CREAR OBRA LINEAL	452

4.29	CREACIÓN DE DATUM	456
4.30	CÁLCULO DE MATERIALES.....	460
CAPITULO V: “TRAZO DE ELEMENTOS DE CARRETERAS”		513
5.1	TRAZAR O REPLANTEAR	514
5.2	FASES DEL TRABAJO DE TRAZO O REPLANTEO.....	514
5.2.1	<i>Recopilación de información y elaboración de la misma.....</i>	<i>514</i>
5.3	CREACION DE PUNTOS COGO.....	517
5.4	EQUIPO, HERRAMIENTA Y PERSONAL PARA EL TRAZO O REPLANTEO..	526
5.4.1	<i>Estación Total.....</i>	<i>526</i>
5.4.2	<i>Colector.....</i>	<i>527</i>
5.4.3	<i>Utensilios y Herramientas topográficas.....</i>	<i>528</i>
5.4.4	<i>Personal de trabajo</i>	<i>530</i>
5.5	CENTRADO DE LA ESTACION EN EL TERRENO.....	532
CAPITULO VI: “CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES”		543
6.1	CONCLUSIONES.....	544
6.2	RECOMENDACIONES.....	547
BIBLIOGRAFIA.....		550
ANEXOS		553
ANEXO A. MANUAL DE LA SMI CARD CVCE		554
ANEXO B. MANUAL DE LA ESTACIÓN TOTAL NIKON DTM 330.....		567
ANEXO C. MOJONES GEODÉSICOS EN SAN MIGUEL		580
ANEXO D. MANUAL CENTROAMERICANO DE NORMAS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS		584
ANEXO E. COORDENADAS DEL TRAZO DE LA CALLE EN EXTENSION CSV.....		608
ANEXO F. PLANO DE CALLE TRAZADA EN LA UES		615

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Angulos.....	20
Figura 2.2 Acimutes.....	23
Figura 2.3 Rumbos.....	24
Figura 2.4 Rumbos directos e inversos.....	25
Figura 2.5 Poligonal Cerrada.....	26
Figura 2.6 Esquema de los hilos del Nivel.....	44
Figura 2.7 Contranivelación por los mismos puntos.....	46
Figura 2.8 Contranivelación por puntos diferentes.....	47
Figura 2.9 Contranivelación por rutas diferentes.....	47
Figura 2.10 Estación Total Serie Nivo.....	51
Figura 2.11 Partes Principales de la Estación Total.....	60
Figura 2.12 Colector TDS Ranger 300X.....	67
Figura 2.13 Colector TDS Ranger 500X.....	67
Figura 2.14 Colector TDS Recon.....	69
Figura 2.15 Colector FC-100.....	71
Figura 2.16 Colector FC-2000.....	73
Figura 2.17 Colector FC-250.....	75
Figura 2.18 Colector FC-236 TOPCON.....	77
Figura 2.19 Tarjeta de Memoria RAM de 1MB.....	80
Figura 2.20 Puertos de Instalación de las tarjetas.....	81
Figura 2.21 Cubierta de la plata de retículo.....	87
Figura 2.22 Pantalla de inicio del software.....	88
Figura 2.23 Calculadora HP 48GX.....	90
Figura 2.24 Tecla a presionar para encender la calculadora.....	91
Figura 2.25 Pantalla de inicio del Colector.....	92
Figura 2.26 Tecla para crear un nuevo Trabajo.....	92
Figura 2.27 Opciones dentro de "JOB".....	93
Figura 2.28 Tecla Suave "F".....	93
Figura 2.29 Coordenadas, punto y elevación predeterminadas.....	94
Figura 2.30 Pantalla esperando a digitar un nombre para la nota.....	94
Figura 2.31 Nombre del primer punto de estacionamiento.....	95
Figura 2.32 Parámetros modificados.....	95
Figura 2.33 Tecla suave "D".....	96

Figura 2.34 Digitando elevación.....	96
Figura 2.35 Parámetros completamente modificados	97
Figura 2.36 Tecla Suave “F”	97
Figura 2.37 Digitando nombre del nuevo Trabajo	98
Figura 2.38 Pantalla del Colector una vez modificados los parámetros mencionados.....	98
Figura 2.39 Tecla CHG para Configurar el trabajo	99
Figura 2.40 Pantalla de inicio de la Configuración	99
Figura 2.41 Opción “OVRW”	100
Figura 2.42 Tecla Suave “A”	100
Figura 2.43 Mensaje de “No chequear antes de sustituir los puntos”	101
Figura 2.44 Mensaje de “Chequear los puntos antes de sustituirlos”	101
Figura 2.45 Opción “RAW”	102
Figura 2.46 Tecla Suave “B”	102
Figura 2.47 Mensaje de “No almacenar los datos en crudo”	103
Figura 2.48 Mensaje de “Grabará los datos en crudo”	103
Figura 2.49 Opción “ELEV”	104
Figura 2.50 Tecla Suave “C”	104
Figura 2.51 Mensaje de “No almacenar elevaciones”	105
Figura 2.52 Mensaje de “Almacenar elevaciones”	105
Figura 2.53 Opción “LNTE”	106
Figura 2.54 Opción “FIX4” para elegir el número de decimales	106
Figura 2.55 Tecla “NXT”	107
Figura 2.56 Parámetros a modificar	107
Figura 2.57 Opciones “AZ, BEEP, FIX”	108
Figura 2.58 Ángulos a la derecha	108
Figura 2.59 Opción “BEEP”	109
Figura 2.60 Opción FIX.....	109
Figura 2.61 Opción “MODE”	110
Figura 2.62 Parámetros a modificar dentro de la opción “MODE”	110
Figura 2.63 Opción “METR”	111
Figura 2.64 Opción “ARC”	111
Figura 2.65 Opción “NAZ”	112
Figura 2.66 Mensaje de “Norte o Azimut”	112
Figura 2.67 Opción “ZERO”	113

Figura 2.68 Mensaje de “Zero Backsight”	113
Figura 2.69 Tecla SHIFT RT	114
Figura 2.70 Tecla INST	114
Figura 2.71 Opciones de Instrumentos o tipos de Estaciones Totales	115
Figura 2.72 Opción SET	115
Figura 2.73 Pantalla del colector una vez configurados todos los parámetros y listo para comenzar el levantamiento.	116
Figura 2.74 Estación Total Nikon DTM 330.....	116
Figura 2.75 Teclado de la Estación Total Nikon DTM 330	117
Figura 2.76 Tecla PWR.....	117
Figura 2.77 Símbolo de carga de la batería de la Estación Total	118
Figura 2.78 Tecla MENU	118
Figura 2.79 Menú Principal de la Estación Total	119
Figura 2.80 Tecla “3” para seleccionar Sett	119
Figura 2.81 Menú de Sett	120
Figura 2.82 Tecla 1 para seleccionar Angle	120
Figura 2.83 Menú de Angle.....	121
Figura 2.84 Tecla “ESC” para salir del Menú	121
Figura 2.85 Sub-menú Dist	122
Figura 2.86 Sub-menú de Dist	122
Figura 2.87 Menú principal de Sett	123
Figura 2.88 Coordenadas en las cuales está configurada la Estación	123
Figura 2.89 Coordenadas y el Norte como Azimut.....	124
Figura 2.90 Tecla “ESC” para el menú.....	124
Figura 2.91 Sub-menú Unit.....	125
Figura 2.92 Sub-menú de Unit.....	125
Figura 2.93 Sub-menú “Comm”	126
Figura 2.94 Parámetros para que la Estación reconozca al Colector	126
Figura 2.95 Parámetro para que la Estación reconozca el Colector.....	127
Figura 2.96 Punto de Estacionamiento	130
Figura 2.97 Tornillo sujetador	130
Figura 2.98 Trípode	131
Figura 2.99 Estación en Estuche.....	131
Figura 2.100 Estación colocada en base	131

Figura 2.101 Sujetando la Estación	132
Figura 2.102 Localizando punto de Estacionamiento	132
Figura 2.103 Plomada Óptica	133
Figura 2.104 Nivel Esférico	134
Figura 2.105 Colector y Estación Conectados	135
Figura 2.106 Tecla “SIDS” para capturar detalles	136
Figura 2.107 Tecla “TRAV” para Trasladarse de Estacionamientos	136
Figura 2.108 Colector esperando ángulo y distancia	137
Figura 2.109 Número de punto grabado	137
Figura 2.110 Asignando número de punto	138
Figura 2.111 Nota que se asignará al punto grabado	138
Figura 2.112 Nota Asignada al punto grabado	139
Figura 2.113 Pantalla del Colector mostrando el punto grabado	139
Figura 2.114 Tecla “TRAV”	140
Figura 2.115 Colector recibiendo ángulo y distancia	140
Figura 2.116 Asignando número de punto al siguiente Estacionamiento	141
Figura 2.117 Presionando la tecla “JOB”	142
Figura 2.118 presionando “COPY”	142
Figura 2.119 Selección de Trabajo original	143
Figura 2.120 Nombre que se le asignara a la copia del trabajo	143
Figura 2.121 Asignación del nombre de la copia del trabajo	144
Figura 2.122 Destino del Trabajo la Memoria RAM o la Memoria de la Calculadora	144
Figura 2.123 Pantalla de inicio del trabajo guardado	145
Figura 2.124 Pantalla de inicio de “Random Points”	145
Figura 2.125 Introducción de intervalos de puntos	146
Figura 2.126 Cierre del intervalo de puntos	147
Figura 2.127 Random Points finalizado	147
Figura 2.128 Selección de “CR”	148
Figura 2.129 Selección “ELADJ”	148
Figura 2.130 Calculando la Compensación de la poligonal y Elevaciones	149
Figura 2.131 Guardando los puntos compensados	149
Figura 2.132 Compensación Finalizada	150
Figura 2.133 Selección “PREC”	150
Figura 2.134 Precisión Perfecta	151

Figura 2.135 Comparación de puntos originales con los puntos compensados	151
Figura 2.136 Computadora y Colector conectados para la descarga de puntos.....	152
Figura 2.137 Pantalla del Trabajo que se descargará	153
Figura 2.138 Programa Sokkia IO Utility	153
Figura 2.139 Pantalla de Inicio del Programa Sokkia IO Utility.....	154
Figura 2.140 Menú Tools	155
Figura 2.141 Opciones del Menú Tools	155
Figura 2.142 Opciones de Data Transfer	156
Figura 2.143 Seleccionando SMI	156
Figura 2.144 Parámetros Configurados para la descarga	157
Figura 2.145 Asignando nombre a los puntos que se descargarán.....	157
Figura 2.146 Seleccionando Opción de descarga.....	158
Figura 2.147 Teclas que debe seleccionar en el Colector para la descarga.....	158
Figura 2.148 Tecla “JOB”	159
Figura 2.149 Opciones del Menú JOB	159
Figura 2.150 Opción KERM	160
Figura 2.151 Opciones de KERM.....	160
Figura 2.152 Seleccionando SEND para enviar los puntos.....	161
Figura 2.153 Puntos a enviar	161
Figura 2.154 Símbolo de transfiriendo los puntos	162
Figura 2.155 Mensaje de recibiendo los puntos en el programa de descarga.....	162
Figura 2.156 Pantalla al terminar la descarga.....	163
Figura 2.157 Mensaje de que la descarga fue exitosa	163
Figura 2.158 Mensaje de que la descarga fue completada	164
Figura 2.159 Puntos descargados	164
Figura 2.160 Opción Save CRD As para guardar los puntos descargados	165
Figura 2.161 Seleccionando lugar a guardar los puntos descargados	165
Figura 2.162 Asignando nombre a los puntos descargados.....	166
Figura 2.163 Puntos guardados.....	166
Figura 2.164 Opción Open CRD File	167
Figura 2.165 Seleccionando archivo guardado	167
Figura 2.166 Puntos guardados.....	168
Figura 2.167 Exportando los puntos	169
Figura 2.168 Parámetros configurados para la exportación de puntos.....	169

Figura 2.169 Guardando puntos a exportar	170
Figura 2.170 Mensaje de que los puntos fueron exportados	170
Figura 2.171 Puntos guardados con extensión “txt” y “crd”	171
Figura 2.172 Pantalla de inicio del Colector	171
Figura 2.173 Tecla “JOB”	172
Figura 2.174 Opción KERM	172
Figura 2.175 Pantalla para transferir y recibir puntos	173
Figura 2.176 Opción RECV	173
Figura 2.177 Mensaje de que el colector está recibiendo los puntos	174
Figura 2.178 Pantalla de Inicio del Programa Sokkia IO Utility	174
Figura 2.179 Importando puntos con extensión “txt”	175
Figura 2.180 Parámetros configurados para la carga de puntos	175
Figura 2.181 Seleccionando el archivo guardado	176
Figura 2.182 Archivo a importar	176
Figura 2.183 Puntos y su formato	177
Figura 2.184 Lista de puntos	177
Figura 2.185 Seleccionando opción para cargar los puntos al colector	178
Figura 2.186 Opción de Inicio de Transferencia de los puntos	178
Figura 2.187 Mensaje en el colector de que está recibiendo los puntos	179
Figura 2.188 la transferencia de puntos de la computadora al Colector ha finalizado y es de ésta manera que se nos presenta la pantalla del Colector	179
Figura 3.1 Proyección cilíndrica	183
Figura 3.2 Esquema de una proyección cónica cartográfica	184
Figura 3.3 Mapa del mundo en proyección central cónica	184
Figura 3.4 Proyección policónica del mundo	185
Figura 3.5 Proyección acimutal gnomónica	186
Figura 3.6 Esquema ilustrativo de una proyección acimutal ortográfica	186
Figura 3.7 Esquema ilustrativo de una proyección acimutal estereográfica	187
Figura 3.8 Los círculos mayores se proyectan como Líneas rectas en la proyección gnomónica	188
Figura 3.9 Esquema ilustrativo de una proyección acimutal gnomónica	188
Figura 3.10 <i>Esquema de desarrollo de Proyección Conforme de Lambert</i>	190
Figura 3.11 <i>Esquema de desarrollo de Proyección Conforme de Mercator</i>	192
Figura 3.12 Esquema de desarrollo de Proyección (UTM)	194

Figura 3.13 Husos y Zonas UTM	195
Figura 3.14 Mapa del mundo en proyección transversa de Mercator, centrado sobre el meridiano 0° y el ecuador.	195
Figura 3.15 Mapa del mundo en proyección transversa de Mercator, centrado sobre el meridiano 45° E y el ecuador.	196
Figura 3.16 Proyección de Mercator	199
Figura 3.17 Proyección de Mercator, izquierda, posición del cilindro respecto a la Tierra. Derecha, superficie cilíndrica desarrollada reflejando la deformación.	200
Figura 3.18 Mapamundi según la Proyección de Mercator. Se refleja el rumbo que seguiría un barco desde el punto A al punto B, una línea recta que forma el mismo ángulo con todos los meridianos.....	200
Figura 3.19 Esquema de Mapamundi según la Proyección UTM.	202
Figura 3.20 Antigua Red Geodésica de Triangulación de Primer Orden	209
Figura 3.21 Red de Nivelación Geodésica	209
Figura 3.22 Red de Referencia Salvadoreña	210
Figura 3.23 Red de Referencia Salvadoreña formada por 3 vértices	211
Figura 3.24 Estaciones CORS en el mundo.....	212
Figura 3.25 Estaciones CORS en Centroamérica.....	212
Figura 3.26 Estaciones CORS “San Salvador Ilopango Airport (SSIA)”	213
Figura 3.27 Estaciones CORS utilizadas para el amarre de la Red Geodésica Básica de El Salvador.	213
Figura 3.28 Red Geodésica Básica GPS	214
Figura 3.29 Red Geodésica del Depto. de Usulután	215
Figura 3.30 Red Geodésica de San Salvador-La Libertad.	216
Figura 3.31 Geodesia Urbana Municipio de Ciudad Delgado.....	216
Figura 3.32 Geodesia Urbana Municipio de Soyapango.	217
Figura 3.33 Red Geodésica de Apoyo Frontera El Salvador-Honduras	218
Figura 3.34 Ajuste de Niveles de 1960	219
Figura 3.35 Red Nacional de Niveles.....	219
Figura 3.36 Niveles Geodésicos Sokkia y Leica.....	220
Figura 3.37 Redes de Fronterizas de Amarres a Estaciones CORS.	220
Figura 3.38 Diseño de Red Geodésica El Salvador-Guatemala.....	221
Figura 3.39 Esquema de las coordenadas geodésicas	224
Figura 3.40 Origen de las coordenadas en El Salvador	225

Figura 3.41 Mojón Geodésico	226
Figura 3.42 Mojón Geodésico Principal	227
Figura 3.43 Placa del mojón secundario	227
Figura 3.44 Detalle Típico para monumento de un vértice geodésico	228
Figura 3.45 Referencias del mojón geodésico principal	228
Figura 3.46 Representación gráfica del sistema de satélites artificiales NAVSTAR	230
Figura 3.47 Esquema de un punto ubicado en la esfera	232
Figura 3.48 Intersección de círculos	232
Figura 3.49 Intersección de 3 esferas para encontrar el área deseada	233
Figura 3.50 Intersección de 4 esféricas y el punto buscado	233
Figura 3.51 Esquema de medición del tiempo de viaje de la señal.	234
Figura 3.52 Error de rutas múltiples o multipath.....	237
Figura 3.53 Corrección diferencial	238
Figura 3.54 Componentes del sistema G.P.S.	239
Figura 3.55 GPS nuvi 40.....	248
Figura 3.56 Pantalla de inicio del GPS nuvi 40	249
Figura 3.57 Botón para encender el GPS	252
Figura 3.58 Software cargando.....	253
Figura 3.59 Pantalla de aviso del GPS	253
Figura 3.60 Pantalla de inicio del GPS.....	254
Figura 3.61 Destino	254
Figura 3.62 Flecha para desplazarse hacia abajo.....	255
Figura 3.63 Menú Coordenadas	255
Figura 3.64 Introducción de Coordenadas	256
Figura 3.65 Opción de Formato del GPS	256
Figura 3.66 Formato de coordenadas que se puede guardar.....	257
Figura 3.67 Muestra de coordenadas seleccionado.....	257
Figura 3.68 Ubicación de coordenadas en donde se encuentra el GPS	258
Figura 3.69 Botón de ZOOM.....	258
Figura 3.70 Opción para guardar las coordenadas	259
Figura 3.71 Teclado para asignarle un nombre a las coordenadas.....	259
Figura 3.72 Asignándole nombre a las coordenadas	260
Figura 3.73 Guardado en Favoritos de las coordenadas.....	260
Figura 3.74 Opción Favoritos.....	261

Figura 3.75 Opción Todos los Favoritos.....	261
Figura 3.76 Coordenadas Ubicadas.....	262
Figura 3.77 Google Earth.....	262
Figura 3.78 Cerrando para iniciar Google Earth.....	263
Figura 3.79 Pantalla a iniciar el programa Google Earth	263
Figura 3.80 Pantalla de Inicio de Google Earth.....	264
Figura 3.81 Colocación de coordenadas en Google Earth	264
Figura 3.82 Colocación de UES FMO	265
Figura 3.83 Localización de las coordenadas	265
Figura 3.84 Edificios dentro de la Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria Oriental.....	266
Figura 4.1 curvas de nivel.....	269
Figura 4.2 Elemento de la curva circular simple.....	273
Figura 4.3 Elementos de la curva circular con espirales.	280
Figura 4.4 Tipos de curva verticales	289
Figura 4.5 Elementos de una curva vertical.	291
Figura 4.6 Perfil Topográfico.....	298
Figura 4.7 Esquema de subcorona, corona, rasante y subrasante.....	299
Figura 4.8 Esquema de sección transversal	300
Figura 4.9 Secciones Típicas de Bordillos-Cunetas en Carreteras.....	303
Figura 4.10 Derecho de vía y sección transversal típica de una carretera colectora	310
Figura 4.11 Derecho de vía y secciones transversales típicas de una carretera troncal..	310
Figura 4.12 Corte y Relleno en la curva masa	311
Figura 4.13 Pantalla de Inicio de AutoCAD Civil 3D.....	313
Figura 4.14 Ventana Principal de AutoCAD Civil 3D	314
Figura 4.15 Cinta de Opciones de AutoCAD Civil 3D.....	316
Figura 4.16 Etiquetas Contextuales de AutoCAD Civil 3D	316
Figura 4.17 Espacio de Herramientas.....	318
Figura 4.18 Estructura de Àrbol	319
Figura 4.19 Ficha Prospector.....	320
Figura 4.20 Ficha Configuraciòn	320
Figura 4.21 Coordenadas en AutoCAD Civil 3D.....	321
Figura 4.22 Àrea de dibujo de AutoCAD Civil 3D	322
Figura 4.23 Editar Configuraciòn de dibujo	323

Figura 4.24 Configuración de parámetros de dibujo.....	324
Figura 4.25 Parámetros de dibujo	325
Figura 4.26 Clic en Referencia de Objetos.....	326
Figura 4.27 Referencia de Objetos	326
Figura 4.28 Parámetros de ajuste de líneas al momento de unirlos	327
Figura 4.29 Guardar como en AutoCAD Civil 3D 2012	328
Figura 4.30 Elección de ruta donde se guardará el archivo de dibujo	329
Figura 4.31 Estilo de Punto.....	330
Figura 4.32 Estilo de Texto	331
Figura 4.33 Parámetros de Estilo de texto	332
Figura 4.34 Caja de Diálogo de para aceptar el Estilo de Texto creado.....	333
Figura 4.35 Caja de diálogo para asignarle un nombre al estilo de texto	333
Figura 4.36 Asignación del nombre del Estilo de Texto.....	334
Figura 4.37 Caja de diálogo donde ya está definido el estilo de texto creado	334
Figura 4.38 Icono para crear capas	335
Figura 4.39 Caja de diálogo para crear las capas	335
Figura 4.40 Icono de nueva capa.....	336
Figura 4.41 Selección de capa 1.....	336
Figura 4.42 Colocación del nombre de la nueva capa.....	337
Figura 4.43 Selección del color de la nueva capa.....	337
Figura 4.44 Aceptar los cambios.....	338
Figura 4.45 Ficha configuración.....	339
Figura 4.46 Selección de la opción punto	340
Figura 4.47 Opciones de la opción punto.....	340
Figura 4.48 Opciones de estilos de punto	341
Figura 4.49 Caja de diálogo de estilos de punto	341
Figura 4.50 Caja de diálogo de estilo de punto	342
Figura 4.51 Visualización del punto	343
Figura 4.52 Selección del color blanco para los puntos	343
Figura 4.53 Selección del color blanco para las marcas y etiquetas de los puntos	344
Figura 4.54 Selección de estilos de punto.....	344
Figura 4.55 Opciones de estilos de punto	345
Figura 4.56 Caja de dialogo de estilos de etiqueta.....	345
Figura 4.57 Opciones de estilos de etiqueta	346

Figura 4.58 Selección de Standard.....	346
Figura 4.59 Seleccionar el estilo de texto.....	347
Figura 4.60 Selección del Estilo de texto creado.....	347
Figura 4.61 Opción Composición.....	348
Figura 4.62 Nombres del componente	348
Figura 4.63 Altura de texto de la Descripción del punto	349
Figura 4.64 Modificación de la altura del texto de la descripción del punto	350
Figura 4.65 Cambio de color de la descripción del punto.....	350
Figura 4.66 Caja de diálogo para seleccionar el color de la descripción del punto.....	351
Figura 4.67 Seleccionando color.....	351
Figura 4.68 Aceptando los cambios efectuados.....	352
Figura 4.69 Seleccionando Número de punto	352
Figura 4.70 Creador de estilos de etiqueta del número de punto	353
Figura 4.71 Altura de texto y Color de Número de punto	353
Figura 4.72 Elevación del punto.....	354
Figura 4.73 Altura del texto y color del punto	354
Figura 4.74 Ficha Prospector.....	355
Figura 4.75 Clic derecho en punto	355
Figura 4.76 Crear puntos	356
Figura 4.77 Cuadro de diálogo para importar puntos	356
Figura 4.78 Seleccionando formato de puntos.....	357
Figura 4.79 Opción para añadir puntos.....	358
Figura 4.80 Selección de tipo de archivo para importar puntos.....	359
Figura 4.81 Selección del archivo a importar	359
Figura 4.82 Vista preliminar de los puntos importados.....	360
Figura 4.83 Añadiendo a un grupo de puntos	361
Figura 4.84 Icono para añadir puntos	362
Figura 4.85 Caja de diálogo para asignar un nombre al grupo de puntos	362
Figura 4.86 Asignación de nombre al grupo de puntos	363
Figura 4.87 Caja de diálogo de selección correcta de puntos	363
Figura 4.88 Seleccionando Grupo de puntos	364
Figura 4.89 Se observa el grupo de puntos creado.....	364
Figura 4.90 Seleccionando Propiedades.....	365
Figura 4.91 Propiedades de grupo de puntos	365

Figura 4.92 Aparición de puntos en el área de dibujo	366
Figura 4.93 Etiquetas en el estilo de punto creado	366
Figura 4.94 Botón Inicio	367
Figura 4.95 Selección de la superficie	367
Figura 4.96 Asignación del nombre de la superficie	368
Figura 4.97 Selección en el nombre de estilo de superficie	368
Figura 4.98 Asignación del nombre de la superficie	369
Figura 4.99 Selección en el ícono de Modificar	369
Figura 4.100 Selección del ícono superficie	370
Figura 4.101 Añadir datos a la superficie	370
Figura 4.102 Seleccionando Grupo de puntos	371
Figura 4.103 Seleccionando el grupo de puntos creado	371
Figura 4.104 Superficie en el área de dibujo	372
Figura 4.105 Propiedades de superficie	372
Figura 4.106 Propiedades de Superficie	373
Figura 4.107 Contornos y Triángulos	373
Figura 4.108 Contornos de 1m a 5m	374
Figura 4.109 Curvas de nivel en el área de dibujo	374
Figura 4.110 Edición de estilo de superficie	375
Figura 4.111 Parámetros de la curvas de nivel	375
Figura 4.112 Propiedades de curvas de nivel	376
Figura 4.113 Intervalos de curvas de nivel	377
Figura 4.114 Suavizado de curvas de nivel	377
Figura 4.115 Selección de suavizado de curvas de nivel	377
Figura 4.116 Selección en la opción de Falso	378
Figura 4.117 Selección en Verdadero	378
Figura 4.118 Indicador de suavizado de curvas de nivel	378
Figura 4.119 Visualización de componentes	379
Figura 4.120 Selección de colores para las curvas de nivel	379
Figura 4.121 Curvas de nivel en el área de dibujo	380
Figura 4.122 Selección del ícono del alineamiento horizontal	382
Figura 4.123 Herramientas de creación de alineaciones	382
Figura 4.124 Composición de alineación	383
Figura 4.125 Normas de diseño	384

Figura 4.126 Velocidad de proyecto inicial, diseño según normas	384
Figura 4.127 Seleccionando icono	385
Figura 4.128 Conjunto de comprobaciones de diseño	385
Figura 4.129 Seleccionando Curva	386
Figura 4.130 Seleccionando icono	386
Figura 4.131 Caja de diálogo de comprobación de diseño	387
Figura 4.132 Digitando radio según normas de diseño	387
Figura 4.133 Alineamiento en el área de dibujo	388
Figura 4.134 Símbolo de precaución en el Alineamiento	388
Figura 4.135 Editor geométrico	389
Figura 4.136 Rejilla de alineación	389
Figura 4.137 Precauciones en el Alineamiento Horizontal	390
Figura 4.138 Propiedades de alineación	390
Figura 4.139 Selección para modificar geometría en el Alineamiento Horizontal	391
Figura 4.140 Selección de curva	391
Figura 4.141 Cambios de radio	392
Figura 4.142 Alineamiento corregido	392
Figura 4.143 Alineamiento en el área de dibujo	393
Figura 4.144 Editor de estilo de alineación	393
Figura 4.145 Colores para los elementos del alineamiento horizontal	394
Figura 4.146 Editar etiquetas de alineación	394
Figura 4.147 Selección de P.K.	395
Figura 4.148 Cambio de color de etiquetas	395
Figura 4.149 Selección del ícono	395
Figura 4.150 Creación del estilo de texto del ícono	396
Figura 4.151 Etiquetas en el área de dibujo del Alineamiento Horizontal	396
Figura 4.152 Alineamientos de la calle y de la avenida	397
Figura 4.153 Icono de Perfil	398
Figura 4.154 Crear Perfil de Superficie	398
Figura 4.155 Caja de diálogo para crear el perfil	399
Figura 4.156 Lista de perfiles	399
Figura 4.157 Dibujar visualización del perfil	400
Figura 4.158 Casilla para nombre del perfil	400
Figura 4.159 Colocación del Nombre del Perfil	401

Figura 4.160 Intervalos de P.K. del Perfil	401
Figura 4.161 Altura de visualización del perfil	402
Figura 4.162 Opciones de visualización del perfil	402
Figura 4.163 Clic en Siguiente	403
Figura 4.164 Opciones de sombreado del perfil.....	403
Figura 4.165 Selección de origen de visualización del perfil	404
Figura 4.166 Perfil creado.....	404
Figura 4.167 Editar estilo de visualización del perfil.....	404
Figura 4.168 Caja de diálogo de Visualización del perfil	405
Figura 4.169 Perfil modificado	405
Figura 4.170 Etiqueta del perfil y de la rasante	406
Figura 4.171 Propiedades de visualización del perfil	406
Figura 4.172 Caja de diálogo para modificar las guitarras del perfil	407
Figura 4.173 Diferenciando del perfil 1 y el perfil 2	407
Figura 4.174 Etiquetas diferentes del perfil y la rasante.....	408
Figura 4.175 Selección de guitarras.....	408
Figura 4.176 Igualar incrementos principales a secundarios.....	409
Figura 4.177 Intervalos de P.K.....	409
Figura 4.178 Incrementos a cada 10m en el perfil	410
Figura 4.179 Perfil de la Avenida Principal.....	410
Figura 4.180 Perfil de la Calle Principal	410
Figura 4.181 Perfil de la Calle Secundaria	411
Figura 4.182 Herramientas de Creación de Perfiles.....	412
Figura 4.183 Selección de la visualización del perfil	413
Figura 4.184 Selección de la visualización del perfil	413
Figura 4.185 Colocación del nombre del perfil	413
Figura 4.186 Nombre del Perfil	414
Figura 4.187 Seleccionando normas de diseño	414
Figura 4.188 Herramientas de composición de perfil	415
Figura 4.189 Seleccionando configuración de curva.....	415
Figura 4.190 Digitando parámetros según normas de diseño	415
Figura 4.191 Dibujar tangentes con curvas.....	416
Figura 4.192 Rasante y perfil del terreno natural	416
Figura 4.193 Rasante de la Calle Principal	416

Figura 4.194 Rasante de la Calle Secundaria.....	417
Figura 4.195 Crear líneas de muestreo.....	418
Figura 4.196 Selección de un alineamiento	418
Figura 4.197 Perfiles realizados.....	418
Figura 4.198 Selección del Alineamiento Horizontal	419
Figura 4.199 Creación de líneas de muestreo	419
Figura 4.200 Herramientas de líneas de muestreo	420
Figura 4.201 Seleccionando por intervalo de P.K.	420
Figura 4.202 Franjas de las líneas de muestreo	420
Figura 4.203 Incrementos de líneas de muestreo	421
Figura 4.204 Líneas de muestreo creadas.....	421
Figura 4.205 Crear varias vistas	422
Figura 4.206 Selección de Alineamiento Principal	422
Figura 4.207 Selección de estilo de trazado de secciones.....	423
Figura 4.208 Seleccionando estilo por columnas.....	423
Figura 4.209 Inserción de secciones.....	424
Figura 4.210 Identificar origen de vista en sección	424
Figura 4.211 Secciones en el área de dibujo	425
Figura 4.212 Editar estilo de vista en sección	425
Figura 4.213 Ejes horizontales y verticales	426
Figura 4.214 Ejes horizontales.....	426
Figura 4.215 Intervalos del eje horizontal.....	427
Figura 4.216 Sección transversal.....	427
Figura 4.217 Crear ensamblaje.....	428
Figura 4.218 Asignación del nombre del ensamblaje	428
Figura 4.219 Nombre del ensamblaje	429
Figura 4.220 Especificar posición de la línea de ensamblaje	429
Figura 4.221 Eje del ensamblaje.....	429
Figura 4.222 Paletas de herramientas	430
Figura 4.223 Paletas de herramientas, Subensamblajes	430
Figura 4.224 LaneSuperelevationAOR	431
Figura 4.225 Parámetros del carril a diseñar	431
Figura 4.226 Carril diseñado en el área de dibujo.....	432
Figura 4.227 Selección de BordilloCazUrbanoGeneral	432

Figura 4.228 Parámetros de los Bordillos	433
Figura 4.229 Bordillo en el área de dibujo anclado al carril	433
Figura 4.230 Selección de Básicos	434
Figura 4.231 Acera Básica.....	434
Figura 4.232 Inserción de la acera en el área de dibujo.....	435
Figura 4.233 Seleccionando PendienteTaludCunetaDesmonteBásica.....	435
Figura 4.234 Parámetros a diseñar del Talud	436
Figura 4.235 Talud insertado en el área de dibujo	436
Figura 4.236 Seleccionando Sub-ensamblajes	437
Figura 4.237 Seleccionando Simetría	437
Figura 4.238 Sección Típica completa	438
Figura 4.239 Seleccionando Texto de líneas múltiples	438
Figura 4.240 Seleccionando Campo	439
Figura 4.241 Seleccionando Mayúsculas.....	439
Figura 4.242 Seleccionando Objetos	440
Figura 4.243 Seleccionando objetos	440
Figura 4.244 Selección de Designación de objetos.....	441
Figura 4.245 Selección de Mayúsculas.....	441
Figura 4.246 Nombre del ensamblaje en la Sección Típica.....	442
Figura 4.247 Copias de la Sección Típica.....	442
Figura 4.248 Seleccionando el lateral izquierdo de la sección típica.....	443
Figura 4.249 Carril Derecho.....	443
Figura 4.250 Seleccionando el eje del ensamblaje	444
Figura 4.251 Propiedades del ensamblaje	444
Figura 4.252 Nombre del ensamblaje	445
Figura 4.253 Propiedades de ensamblaje.....	445
Figura 4.254 Sección Típica	446
Figura 4.255 Regenerar todo	446
Figura 4.256 Carril Derecho.....	447
Figura 4.257 Seleccionando el Alineamiento Horizontal	447
Figura 4.258 Seleccionando Desfase de alineación.....	448
Figura 4.259 Caja de diálogo de Creación de desfases	448
Figura 4.260 Distancias de desfases	449
Figura 4.261 Desfases insertados en el área de dibujo.....	450

Figura 4.262 Intersección de los desfases	450
Figura 4.263 Recortando las intersecciones de los desfases.....	451
Figura 4.264 Radios de los desfases realizados	451
Figura 4.265 Crear obra lineal simple	452
Figura 4.266 Espacio para colocar nombre al corredor	452
Figura 4.267 Asignación de nombre al Corredor.....	453
Figura 4.268 Selección de una alineación de línea base	453
Figura 4.269 Selección del Alineamiento de la Avenida Principal	453
Figura 4.270 Selección de un perfil.....	454
Figura 4.271 Selección de la Rasante de la Avenida Principal.....	454
Figura 4.272 Selección de un perfil.....	454
Figura 4.273 Selección de la SECCION TIPICA	454
Figura 4.274 Aceptando los parámetros de la obra lineal	455
Figura 4.275 Corredor de la Avenida Principal.....	455
Figura 4.276 Selección de Propiedades de la obra lineal.....	456
Figura 4.277 Selección de Superficies.....	456
Figura 4.278 Selección del Datum	457
Figura 4.279 Selección de Vínculos inferiores	457
Figura 4.280 Selección de Alineaciones	458
Figura 4.281 Selección de propiedades de líneas de muestreo	458
Figura 4.282 Selección de muestrear más orígenes.	459
Figura 4.283 Orígenes de secciones	459
Figura 4.284 Seleccionando la línea de datum	460
Figura 4.285 Selección de cálculo de materiales	460
Figura 4.286 Selección de alineación	461
Figura 4.287 Selección de ADOQUINADO	461
Figura 4.288 Corte y Relleno en las secciones	462
Figura 4.289 Selección de añadir tablas	462
Figura 4.290 Caja de diálogo de crear tabla de volumen de material.....	463
Figura 4.291 Inserción en el área de dibujo de las tablas de volúmenes	464
Figura 4.292 Crear diagrama de masas.....	464
Figura 4.293 Caja de diálogo para crear el diagrama de masas	465
Figura 4.294 Diagrama de masas	465
Figura 4.295 Editar estilo de vista de diagrama de masas	466

Figura 4.296 Ejes horizontales y verticales del diagrama de masas	466
Figura 4.297 Diagrama de masas	467
Figura 4.298 Propiedades de Obra Lineal.....	467
Figura 4.299 Selección del P.K. final	468
Figura 4.300 Cursor a lo largo de la obra lineal.....	468
Figura 4.301 Selección de uno de los empalmes.....	469
Figura 4.302 Selección de los P.K.	469
Figura 4.303 Obra lineal limitada	470
Figura 4.304 Propiedades de obra lineal.....	470
Figura 4.305 Inserta región	471
Figura 4.306 Seleccionando carril derecho	471
Figura 4.307 Carril Derecho incluido.....	472
Figura 4.308 Especificando el P.K. final.....	472
Figura 4.309 Corredor limitado	473
Figura 4.310 Corredor de la Avenida Principal.....	473
Figura 4.311 Añadir línea base	474
Figura 4.312 Selección de Alineamiento de la Calle Secundaria	474
Figura 4.313 Alineamiento de la Calle Secundaria.....	475
Figura 4.314 Selección de la Rasante de la Calle Secundaria.....	475
Figura 4.315 Alineamiento de la Calle Secundaria.....	476
Figura 4.316 Selección de Añadir región	476
Figura 4.317 Selección de Sección Típica	477
Figura 4.318 Clic en signo (+) indicado.....	477
Figura 4.319 Región en el cuadro de diálogo de propiedades de obra lineal	478
Figura 4.320 Corredor de la Calle Secundaria	478
Figura 4.321 Limitando la obra lineal de la Calle Secundaria.....	479
Figura 4.322 Seleccionando superficie de obra lineal	479
Figura 4.323 Crear superficie de obra lineal	480
Figura 4.324 Clic en Corredor.....	480
Figura 4.325 Clic en el signo (+)	481
Figura 4.326 Posicionamos en Corredor.....	481
Figura 4.327 Seleccionando Vínculos Superiores.....	482
Figura 4.328 Añadiendo Vínculos Superiores	482
Figura 4.329 Corredor Principal	483

Figura 4.330 Selección de Extensión de Obra Lineal.....	483
Figura 4.331 Aparición de Corredor Principal	484
Figura 4.332 Propiedades de superficie.....	484
Figura 4.333 Contornos y Triángulos	485
Figura 4.334 Superficie en la obra lineal	485
Figura 4.335 Propiedades de Obra Lineal.....	486
Figura 4.336 Contornos	486
Figura 4.337 Eliminación de Contorno	487
Figura 4.338 Superficie completa.....	487
Figura 4.339 Elevaciones de puntos	488
Figura 4.340 Seleccionar un punto	488
Figura 4.341 Puntos de elevación a empalmar	489
Figura 4.342 No Display	489
Figura 4.343 Se nos elimina la superficie de las obras lineales	490
Figura 4.344 Elevaciones del giro a la derecha.....	490
Figura 4.345 Alineamiento a partir de poli línea	491
Figura 4.346 Seleccionar la primera línea.....	491
Figura 4.347 Dirección del alineamiento en el giro.....	491
Figura 4.348 Crear alineación a partir de objetos.....	492
Figura 4.349 Asignación del nombre del alineamiento	493
Figura 4.350 Etiquetas del alineamiento del giro a la derecha	494
Figura 4.351 Perfil del giro a la derecha	494
Figura 4.352 Rasante del giro a la derecha	495
Figura 4.353 Vista de Rejilla del Perfil	495
Figura 4.354 Modificaciones del P.K.....	495
Figura 4.355 Elevaciones modificadas.....	496
Figura 4.356 Plantilla del giro a la derecha	496
Figura 4.357 Propiedades de obra lineal.....	497
Figura 4.358 Parámetros	497
Figura 4.359 Seleccionar alineamiento del giro a la derecha	498
Figura 4.360 Selección de la Rasante del Giro a la Derecha	498
Figura 4.361 Etiquetas del giro derecho.....	499
Figura 4.362 Plantilla del carril izquierdo.....	499
Figura 4.363 Propiedades de ensamblaje.....	500

Figura 4.364	Parámetros del ensamblaje.....	501
Figura 4.365	Plantilla del carril izquierdo.....	501
Figura 4.366	Regenerar.....	502
Figura 4.367	Obra lineal del giro a la derecha	502
Figura 4.368	Propiedades de obra lineal.....	503
Figura 4.369	Contraer todas las categorías	503
Figura 4.370	Caja de diálogo de propiedades de obra lineal.....	504
Figura 4.371	Clic en Ninguno.....	504
Figura 4.372	Selección del dibujo	505
Figura 4.373	Seleccionar alineaciones	505
Figura 4.374	Añadiendo alineamiento de calle secundaria	506
Figura 4.375	Clic en añadir	506
Figura 4.376	Generación de Intersección	507
Figura 4.377	Generación de la intersección completa.....	507
Figura 4.378	Intersección en 3D	508
Figura 4.379	Superficie de la obra lineal	508
Figura 4.380	Propiedades de obra lineal.....	509
Figura 4.381	Alineamientos y giros en Propiedades de obra lineal	509
Figura 4.382	Caja de diálogo de Obras Lineales	510
Figura 4.383	Extensión de obra lineal como contorno exterior.....	510
Figura 4.384	Superficie única en la Avenida y Calle	511
Figura 4.385	Adoquinado e Intersección en 3D	512
Figura 5.1	Excavación de la planta de un edificio trazado.	516
Figura 5.2	Perfil y Rasante del proyecto a trazar	517
Figura 5.3	Sección de la calle a trazar	517
Figura 5.4	Obra lineal construida	518
Figura 5.5	Selección del menú Obras lineales	518
Figura 5.6	Selección de Utilidades.....	519
Figura 5.7	Selección de Puntos COGO a partir de obra lineal	519
Figura 5.8	Caja de diálogo para la creación de los puntos COGO	520
Figura 5.9	Selección de puntos COGO a lo largo de toda la obra lineal.....	521
Figura 5.10	Lista de puntos COGO.....	522
Figura 5.11	Selección de puntos COGO que necesitaremos en el trazo.....	523
Figura 5.12	Aceptando la creación de puntos COGO	524

Figura 5.13 Puntos COGO en la obra lineal	525
Figura 5.14 Punto COGO	525
Figura 5.15 Estación Total Nikon DTM 330.....	526
Figura 5.16 Colector	527
Figura 5.17 Trípode, bastón y prisma	528
Figura 5.18 Cintas	528
Figura 5.19 Estacas de madera	529
Figura 5.20 Spry	529
Figura 5.21 Martillo, almádana y clavos.....	530
Figura 5.22 Ingeniero encargado del trazo.....	530
Figura 5.23 Cadenero	531
Figura 5.24 Brechero	531
Figura 5.25 Centrar la Estación en el terreno donde se trazará	532
Figura 5.26 Pantalla de inicio del Colector	533
Figura 5.27 Información que nos brinda la pantalla de inicio del Colector	533
Figura 5.28 Selección de STAKE.....	534
Figura 5.29 Pantalla de la tecla STAKE	534
Figura 5.30 Selección de “FSPT”	535
Figura 5.31 Pantalla donde digitamos el punto a trazar	535
Figura 5.32 Digitando número de punto a trazar	536
Figura 5.33 Presionando ENTER para aceptar el número de punto a trazar.....	536
Figura 5.34 Pantalla de inicio de trazo	537
Figura 5.35 Información del punto a trazar.....	537
Figura 5.36 Pantalla del Colector midiendo la distancia a trazar	538
Figura 5.37 Información del disparo.....	538
Figura 5.38 Datos del disparo realizado.....	539
Figura 5.39 Colocando estaca y anotación de corte	539
Figura 5.40 Presionando “FSPT” para trazar el siguiente punto.....	540
Figura 5.41 Esperando que reciba la distancia el Colector	540
Figura 5.42 Información del punto del eje a trazar	541
Figura 5.43 Estaca del eje	541
Figura 5.44 Línea de Estacas de la sección trazada.....	542

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Comparación entre errores sistemáticos y errores accidentales.....	34
Tabla 2.2 Anotación en levantamientos de nivelación.....	43
Tabla 2.3 Tipos de Software de tarjetas para los colectores	89
Tabla 3.1 Dimensiones de los ejes del Elipsoide	207
Tabla 4.1 Radios mínimos y grados máximos de curvas horizontales para distintas velocidades de diseño, usando valores límites de “e” y “f”	284
Tabla 4.2 Relación entre pendiente máxima y velocidad de proyecto(caminos principales)	286
Tabla 4.3 Constantes de distancia de Visibilidad	293
Tabla 4.4 Valores de K según tipo de proyecto, velocidad de proyecto y tipo de curva..	294

INTRODUCCION

Hoy en día vivimos en un mundo que nos exige eficiencia e incluso perfección en cada una de las ramas en las que nos desempeñamos, para poder desarrollarse en una sociedad en la que sólo los que cumplan con lo anterior podrán hacerlo.

El campo de la Ingeniería Civil, y específicamente, el área de carreteras y topografía no es ajena a lo expuesto en el párrafo anterior, por el contrario es un campo esencial en el desarrollo de la sociedad, en efecto se puede apreciar que el desarrollo de los países y sociedades van de la mano con el desarrollo de caminos o carreteras: al desarrollarse una mejor sociedad, una mejor economía, es necesario el desarrollo de mejores carreteras, que lleguen a suplir las nuevas necesidades que se van generando con el desarrollo mismo.

Nuestro país no es ajeno a este desarrollo y cada día se va necesitando la construcción de nuevas carreteras que cumplan con una topografía en muy buenas condiciones; para ello es necesario que se cuente con profesionales capaces de responder a estas necesidades y tecnologías en el rubro de Topografía en general, cada vez más exigentes.

Los planes de estudios de la carrera de Ingeniería Civil y Arquitectura, presentan cursos o asignaturas en las cuales se pretende capacitar al estudiante para obtener el conocimiento necesario para poder hacer frente a las antiguas y nuevas necesidades en el ámbito antes mencionado; sin embargo, estos planes en muchas ocasiones se quedan cortos en sus objetivos debido a diferentes causas.

El presente trabajo trata acerca de los principales procesos que se lleva a cabo para desarrollar un diseño geométrico de carreteras como también su respectivo trazo, utilizando la tecnología aplicada en este momento en la zona oriental así como también mostrando teoría de los mismos, dando énfasis en la ejecución de los mencionados.

El presente pretende ser una herramienta más, para que los diferentes actores, especialmente alumnos de las carreras de Ingeniería Civil y carreras afines, puedan estar preparados para responder a las exigencias y retos que el campo de la topografía y carreteras nos demanda.

En el **Capítulo I** se da a conocer el Anteproyecto lo que son Objetivos, Alcances, Limitantes, Justificación en general para quienes está dirigido el trabajo y cuáles son los requisitos que deben de cumplir los lectores.

En el desarrollo del **Capítulo II** se presentan conceptos básicos Topográficos, como también los modelos de Estaciones Totales, Colectores, configuraciones de los mismos además, la captura de puntos, compensación de poligonales y la descarga y carga de puntos usando el Software de oficina Sokkia IO Utility.

En el **Capítulo III** se proporcionan los conceptos de Proyecciones Cartográficas, una breve reseña histórica sobre la evolución de la Geodesia en nuestro país, la evolución y cómo surgió el GPS como también un tutorial acerca de una de las aplicaciones de los mismos que se aplica en nuestro medio.

En el **Capítulo IV** se facilita teoría sobre todos los elementos que contiene una carretera como también las normas de diseño asimismo un tutorial lo más minucioso posible para el diseño de un segmento de carretera usando AutoCAD Civil 3D 2012.

En el **Capítulo V** se expone teoría acerca del trazo o replanteo que es una de las etapas más importantes para cualquier obra civil que se llevará a cabo, y se hace usando el Colector HP 48GX y que se utiliza para cualquier trazo de obra civil.

En el **Capítulo VI** se dan a conocer las Conclusiones y Recomendaciones de nuestro Trabajo de Graduación.

CAPITULO I: “ANTEPROYECTO DE LA INVESTIGACION”

1.1 JUSTIFICACION

Una de las razones principales por la que los estudiantes de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Facultad Multidisciplinaria Oriental tienen inconvenientes al momento de ejecutar una obra civil que tenga como base levantamientos topográficos y elaboración de planos, es porque durante el curso de materias como: Topografía I, Topografía II e Ingeniería de Carreteras, no se implementan de manera simultánea Tecnologías que faciliten el aprendizaje de dichos cursos.

El Área de Vías Terrestres en El Salvador avanza de manera constante, así mismo la tecnología, la cual proporciona equipo avanzado y software de computadora para facilitar la elaboración de una obra, desde el levantamiento topográfico hasta los detalles más mínimos de diseño. Pero en la FMO como en otras Universidades los programas de las materias antes mencionadas no se implementan de manera simultánea con los equipos y software más utilizados tales como: **Estación Total, Sokkia IO Utility, GPS, AUTOCAD Civil 3D versión 2012, y otros.**

Además, los estudiantes e incluso hasta ingenieros civiles graduados de las diferentes Universidades, se inscriben en cursos cortos para el manejo de los software necesarios en el ámbito de la Topografía y Carreteras.

Para poder estar a la vanguardia de la tecnología y no quedarse al margen de la competitividad actual de un mundo globalizado las instituciones públicas o privadas hacen inversiones cuantiosas para adquirir hardware y software.

Para cualquier tipo de Empresa hoy en día es un requisito que todos los recursos se optimicen al máximo y se tomen en cuenta todas las oportunidades existentes en el medio para sobresalir o marcar la diferencia con las demás.

Las instituciones en esta búsqueda de ser más productivas y eficientes, tienen la necesidad de adquirir software que cumplan con sus expectativas de trabajo que de una u otra forma modernicen la institución.

Es por todo lo antes mencionado que se hace necesaria la implementación del uso de los equipos y software más avanzados a nivel oriental en el desarrollo de los programas de las materias de Topografía I, Topografía II e Ingeniería de Carreteras.

1.2 PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

Es evidente, que existen ciertas limitantes en el manejo de los software, en todos aquellos estudiantes que han cursado las asignaturas de Topografía I, Topografía II e Ingeniería de Carreteras en la Universidad de El Salvador como también en otras Universidades; en consecuencia se hace necesaria la Utilización de Nuevas Tecnologías, para que luego el estudiante posea suficientes herramientas que ayude a enfrentar cualquier reto en el área de topografía. Esta actualización que se abordará además será con un nivel académico adyacente para los estudiantes de Topografía y Carreteras, es decir, superará los problemas que se están presentando en este momento, ya que se ajustará a nuestra realidad y que nuestros futuros profesionales estarán enfrentando en el área laboral. Asimismo los estudiantes se verán sustancialmente beneficiados en su formación profesional; de la misma forma encontrarán apoyo en ella Arquitectos, Ingenieros Civiles, Técnicos en construcción, obreros y en general todas aquellas personas que tengan relación directa con la industria topográfica.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 *Objetivo General*

- Desarrollar una metodología que permita al departamento de Ingeniería y Arquitectura de la Facultad Multidisciplinaria Oriental y a otras Universidades e Instituciones que se dedican a la enseñanza del rubro de Vías Terrestres para optimizar los programas de los mismos y que sea una guía instructiva para el uso de nuevas tecnologías, concediendo que el estudiante interactúe con el software, equipo y apoye la calidad del sistema educativo en la carrera de Ingeniería Civil, Arquitectura y carreras afines.

1.3.2 *Objetivos Específicos*

- Dar a conocer los diferentes equipos que más se están utilizando en la actualidad en el área de Vías Terrestres, sus ventajas y desventajas.
- Contribuir al mejoramiento del nivel académico del estudiante de la carrera de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Facultad Multidisciplinaria Oriental en el área de vías terrestres.
- Apoyar los programas de las asignaturas Topografía I, Topografía II e Ingeniería de Carreteras, implementando el uso de equipos y software, para que los estudiantes de dichos cursos tengan una mejor formación.
- Realizar un tutorial con los temas que abarcan los programas de Topografía I, Topografía II e Ingeniería de Carreteras, en los cuales se hace uso de software y equipo para su desarrollo

1.4 ALCANCES Y LIMITANTES

1.4.1 Alcances

- Se pretende facilitar el desarrollo del programa de las cátedras Topografía I, Topografía II e Ingeniería de Carreteras que apoye al docente en el aula mediante el uso de la Tecnología.
- Se busca mejorar la comprensión de la temática de las clases a través de trazos gráficos y explicaciones que el software ofrece, incrementando los recursos disponibles para su formación académica.
- El desarrollo de un tutorial escrito de los Software y Equipos que tengan aplicaciones en los temas de los programas de las materias que se abordará.
- Que el estudiante identifique los diversos elementos Tecnológicos y se familiarice con sus aplicaciones básicas.
- Que los Estudiantes tengan mayor conocimiento y alcancen un alto nivel de competitividad en el ámbito de Vías Terrestres.
- Que todas aquellas personas que se relacionen con la topografía desde el levantamiento y dibujo de los planos tenga una buena información en donde basarse para realizarlos con éxito.

1.4.2 Limitantes

- El software a utilizar es AutoCAD CIVIL3D versión 2012 y la Estación Total NIKON DTM-330 y Colector HP 48GX
- La difícil adquisición o préstamo de los determinados equipos que se necesitaran para desarrollar el tema.
- La adquisición del software con sus respectivas licencias ya que al momento de obtenerlos los precios pueden estar muy elevados.
- Que en las Empresas a visitar no se nos proporcionen información verosímil para conocer la situación actual que están viviendo respecto a los software que utilizan en la actualidad.
- Abordaremos solamente los programas de estudio de las materias de Topografía I, Topografía II e Ingeniería de Carreteras que se están desarrollando en la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Oriental.
- El estudio más denso será a nivel oriental más no así a nivel nacional o internacional.
- Nos limitaremos solamente al dibujo geométrico de los elementos de Ingeniería de Carreteras.
- Los tutoriales que se elaboraran serán escritos.
- No abarcaremos reglamentación alguna de los temas a desarrollar en nuestro trabajo.

1.5 METODOLOGIA

Para alcanzar el objetivo de desarrollar una Metodología en el área de Vías Terrestres usando la Tecnología más avanzada a nivel oriental que beneficie a los estudiantes que cursan o que hayan cursado las cátedras de Topografía I, Topografía II e Ingeniería de Carreteras así como también a todo aquel profesional que desee actualizar sus conocimientos y en general todas aquellas personas que tengan relación directa con la industria de Vías Terrestres, se hizo con la metodología siguiente:

Se realizó una profunda investigación bibliográfica, adaptándola en cuanto a vocabulario y procedimiento topográficos a la realidad salvadoreña; además, se hicieron consultas técnicas a personas idóneas en cada rama específica de la topografía dentro del marco de nuestros alcances; es decir, no se le consultó más allá de los temas que estaremos abordando.

Además se hicieron visitas de campo a lugares donde se estaban desarrollando procesos topográficos, para observar y recabar los diferentes aspectos involucrados en la ejecución de cada proceso tratado en el presente documento. Estas visitas de campo se llevaron a cabo de forma ordenada, de tal manera de llevar el orden y la relación expuesta en el documento de los procesos a tratar.

**CAPITULO II:
“LA ESTACION
TOTAL,
COLECTOR Y
SOKKIA IO
UTILITY”**

2.1 GENERALIDADES

2.1.1 Introducción a la topografía

La Topografía es una disciplina cuya aplicación está presente en la mayoría de las actividades humanas que requieren tener conocimiento de la superficie del terreno donde tendrá lugar el desenvolvimiento de esta actividad.

En la realización de obras civiles, tales como acueductos, canales, vías de comunicación, embalses etc., en la elaboración de urbanismos, en el catastro, en el campo militar, así como en la arqueología, y en muchos otros campos, la topografía constituye un elemento indispensable.

Podemos suponer que la Topografía tuvo su inicio desde el momento en que la especie humana dejó de ser nómada para convertirse en sedentaria. La necesidad de establecer límites precisos e invariables en el tiempo entre las propiedades seguramente hizo surgir los primeros métodos e instrumentos topográficos elementales. Las primeras referencias por escrito sobre el uso de la topografía se remontan a la época del imperio egipcio, hacia el 1.400 a.C., donde fue utilizada para determinar linderos entre propiedades en los valles fértiles del Nilo. Los instrumentos y métodos que los egipcios utilizaban en la topografía fueron adoptados por los romanos, tras su ocupación de Egipto, y completados con la trigonometría, desarrollada por los griegos. Los romanos usaron en forma extensa esta disciplina en sus obras civiles, tales como acueductos y caminos. Un ingeniero y topógrafo romano, Sextus Julius Frontinus, escribió entre otras obras el primer tratado de topografía, del cual se han conservado algunas copias de sus partes, ya que el original se perdió. La modernización de la topografía se inicia a principios del siglo XVII, con el desarrollo del anteojo astronómico, ideado por el astrónomo alemán Johannes Kepler y con la cadena desarrollada por el matemático inglés Edmund Gunter, la cual introdujo el primer estándar en la medición de distancias. A partir de este siglo los aportes en métodos topográficos, cálculos numéricos e instrumentos fueron constantes, hasta alcanzar su madurez a principios del siglo XIX. En el siglo XX, la topografía se enriqueció con el aporte de la Fotogrametría, para realizar el levantamiento de zonas extensas, así como

con instrumentos tales como el computador, el distanciómetro electrónico y los niveles láser, así como con el Sistema de Posicionamiento Global.

2.1.2 Definición de topografía.

La Topografía es la ciencia y la técnica de realizar mediciones de ángulos y distancias en extensiones de terreno lo suficientemente reducidas como para poder despreñar el efecto de la curvatura terrestre, para después procesarlas y obtener así coordenadas de puntos, direcciones, elevaciones, áreas o volúmenes, en forma gráfica y/o numérica, según los requerimientos del trabajo.

Dentro de la Topografía se incluye el estudio de los instrumentos usados por ella, sus principios de funcionamiento, sus componentes y su operación. También se estudia teoría de errores, ya que en muchos trabajos topográficos se exigen determinados valores de exactitud en los resultados, valores que a su vez determinarán los métodos y la precisión de los instrumentos a utilizar en el proyecto.

2.1.3 División de la topografía.

Los diversos componentes que integran la topografía se agrupan en tres grandes grupos bien diferenciados:

Teoría de errores y cálculo de compensación: constituye la agrupación de los métodos matemáticos que permiten la minimización de los inevitables errores cometidos en las mediciones, y que permiten también establecer los métodos y los instrumentos idóneos a utilizar en los diversos trabajos topográficos, para obtener la máxima calidad en los mismos.

Instrumentación: en esta división se estudian los diferentes tipos de equipos usados en topografía para llevar a cabo las mediciones, angulares o de distancias, para establecer sus principios de funcionamiento, llevar a cabo su mantenimiento y lograr su óptima utilización,

Métodos topográficos: es el conjunto de operaciones necesarias para obtener la proyección horizontal y las cotas de los puntos medidos en el terreno. Generalmente las proyecciones horizontales se calculan en forma independiente de las cotas de los puntos, diferenciándose entonces en dos grandes grupos: Métodos planimétricos, Métodos altimétricos.

La planimetría, que engloba los métodos planimétricos, sólo toma en cuenta la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario que se supone es la superficie media de La Tierra.

La altimetría, que agrupa los métodos altimétricos, tiene en cuenta las diferencias de nivel existentes entre los diferentes puntos del terreno.

Para la elaboración de un plano topográfico, es necesario conocer tanto la planimetría como la altimetría para poder determinar la posición y elevación de cada punto del terreno que será representado.

2.1.4 Relación de la topografía con otras ciencias.

Actualmente, la topografía está englobada dentro de la Geodesia, donde se le conoce también con el nombre de geodesia común. Dentro de aquella ciencia general, conformada por diversas disciplinas, la topografía interactúa con las mismas, principalmente con:

- Cartografía: para levantamientos topográficos requeridos en la producción y actualización cartográfica con diferentes fines.
- Fotogrametría: como base para el control de fotografías y modelos Aero fotogramétricos.
- Geodesia: para la densificación de redes geodésicas con fines de control en levantamientos catastrales, localizaciones petroleras etc.
- Astronomía Geodésica.

Es importante destacar que la topografía es una valiosa herramienta desde el punto de vista del Derecho, ya que se utiliza para determinar límites entre propiedades y entre distintas zonas administrativas de la Nación.

2.1.5 Diferencia entre topografía y geodesia.

Es necesario hacer una pequeña aclaración para desligar dos ciencias que tienen más o menos la misma finalidad: medir extensiones de tierra.

Estas dos ciencias difieren entre sí en cuanto a las magnitudes consideradas en cada una de ellas y por consiguiente en los métodos empleados.

La topografía opera sobre porciones pequeñas de terreno, no teniendo en cuenta la verdadera forma de La Tierra, sino considerando la superficie terrestre como un plano.

Un error cometido con esta hipótesis es despreciable, cuando se trata de extensiones que no sean excesivamente grandes, si se considera un arco en la superficie terrestre de 18 km de longitud es tan sólo 1,5 cm más largo que la cuerda subtendida, y que sólo se comete un error de 1" de exceso esférico en un triángulo que tenga un área de 190 km².

Cuando se trata de medir grandes extensiones de tierra, como por ejemplo, para confeccionar la carta de un país, de un estado o de una ciudad grande, no se puede aceptar la aproximación que da la topografía, teniéndose entonces que considerar la verdadera forma de La Tierra y por consiguiente su superficie ya no se considera un plano sino se toma como parte de la superficie de un elipsoide y tendremos que acudir a la geodesia.

2.1.6 Levantamientos.

Son el conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de los puntos y realizar posteriormente su representación sobre un plano de referencia horizontal. Así pues, el procedimiento a seguir en los levantamientos topográficos comprende dos etapas fundamentales:

- El trabajo de campo, que es la recopilación de los datos. Esta recopilación fundamentalmente consiste en medir ángulos horizontales y/o verticales y distancias horizontales o verticales que posteriormente son convertidas a coordenadas.
- El trabajo de gabinete o de oficina, que consiste en el cálculo de las posiciones de los puntos medidos y el dibujo de los mismos sobre un plano.

La mayor parte de los levantamientos, tienen como objeto el cálculo de superficies y volúmenes, y la representación de las medidas tomadas en el campo mediante perfiles y planos, por lo cual estos trabajos también se consideran dentro de la topografía, donde reciben el nombre de topometría.

2.1.7 Productos Generados Por Los Levantamientos.

Los productos finales de la topografía son, en su gran mayoría, de carácter gráfico, es decir, dibujos a escala de los detalles resaltantes del levantamiento, sobre un determinado tipo de papel, o bien dibujos realizados mediante un programa adecuado, generalmente un CADD (de las siglas en inglés Computer-Aided Design and Drafting).

A continuación se definen tres de los productos gráficos más importantes.

-El Mapa

El mapa es una representación convencional, generalmente plana, de fenómenos concretos o abstractos localizables en el espacio, que se efectúa mediante diversos sistemas de proyección, los cuales son sistemas convencionales para realizar la transposición sobre una superficie plana de una parte del globo terrestre (elipsoide) y de su topografía (relieve), y según diferentes escalas, las cuales son la relación de reducción del elipsoide sobre la superficie plana. Por su naturaleza, son producto de levantamientos geodésicos.

-Mapas base o mapas topográficos:

Tienen la finalidad de representar los elementos del terreno necesarios para la referencia (X, Y, Z). Estos son documentos cartográficos de base, donde se representan, según normas y convenciones: las vías de comunicación y sus respectivas variaciones e importancia, las construcciones, la red hidrográfica, la naturaleza del relieve (curvas de nivel), los nombres de los lugares, ríos y centros poblados (toponimia), así como todos los elementos del terreno que tengan interés en ser representados. En ellos también se realiza la reducción del elipsoide sobre una superficie plana. Generalmente son realizados mediante fotogrametría aérea.

-Planos topográficos:

Se da el nombre de plano a la representación gráfica que por la escasa extensión de superficie a que se refiere no exige hacer uso de los sistemas cartográficos, se apoyen o no los trabajos en la geodesia.

2.1.8 Instrumentos Para Un Levantamiento Topográfico

1) TEODOLITO

El teodolito es el instrumento topográfico más universal.

Sus aplicaciones más importantes medición de ángulos horizontales y verticales.

Los componentes principales de un anteojo telescópico, son montados dos discos graduados y en planos mutuamente perpendiculares.

Antes de comenzar a medir los ángulos se orienta el círculo horizontal en un plano horizontal gracias a una burbuja.

2) INSTRUMENTO ELECTRÓNICO PARA MEDIR DISTANCIAS (IEMD)

Un IEMD determina la distancia mediante el tiempo que le toma a la energía electromagnética de velocidad, viajar del instrumento al prisma y regresar.

3) ESTACIÓN TOTAL

Los instrumentos de estación total combinan un IEMD, un teodolito electrónico digital y una computadora en una sola unidad.

Este es el tipo de Instrumento más difundido en la actualidad y que acepta algunas variantes respecto:

A) De la memoria

Memoria interna donde se almacena la información para ser enviada a una computadora mediante un cable de transmisión.

Memoria removible donde se almacena la información para ser enviada en forma bidireccional desde y hacia la PC, ya sea en un elemento de memoria estándar (tarjetas PCMCIA de diferentes capacidades) o teclados removibles de mayor costo y volumen.

B) de los programas

Un número de programas fijos para la Estación (que sólo puede variar con la aparición de otra versión del software).

Programas removibles por el usuario de manera de reemplazar los programas estándar que traen incorporadas las Estaciones por otros de la Biblioteca de programas del fabricante.

Generalmente esta categoría permite al usuario (mediante programa ad-hoc) editar sus propios programas y cargarlos en la Estación.

Genéricamente se los denomina estaciones totales porque tienen la capacidad de medir ángulos, distancias y niveles, lo cual requería previamente de diversos instrumentos. Estos teodolitos electro-ópticos hace tiempo que son una realidad técnica accesible desde el punto de vista económico. Su precisión, facilidad de uso y la posibilidad de almacenar la información para descargarla después en programas de CAD ha hecho que desplacen a los teodolitos, que actualmente están en desuso.

Por otra parte, desde hace ya varios años las estaciones totales se están viendo desplazadas por equipos GNSS (Sistema Satelital de Navegación Global, por sus siglas en inglés) que abarca sistemas como el GPS, antes conocido como Navstar, de E.E.U.U., el GLONASS, de Rusia, El COMPASS de China y el GALILEO de la Unión Europea. Las ventajas del GNSS topográfico con respecto a la estación total son que, una vez fijada la base en tierra no es necesario más que una sola persona para tomar los datos, mientras que la estación requería de dos, el técnico que manejaba la estación y el operario que situaba el prisma; y aunque con la tecnología de Estación Total Robótica, esto ya no es necesario, el precio de los sistemas GNSS ha bajado tanto que han ido desplazando a aquellas en campo abierto. Por otra parte, la estación total exige que exista una línea visual entre el aparato y el prisma (o punto de control), lo que es innecesario con el GNSS, aunque por su parte el GNSS requiere al operario situarse en dicho punto, lo cual no siempre es posible. La gran ventaja que mantiene la Estación Total contra los sistemas satelitales son los trabajos bajo techo y subterráneos, además de aquellos donde el operador no puede acceder, como torres eléctricas o riscos, y que con sistemas de medición sin prisma de hasta 3000m (a la fecha) estos levantamientos se pueden hacer por una persona y desde un sólo punto, aunque en este aspecto los Escáner Láser y la tecnología LIDAR han estado ganando terreno.

Por lo tanto, no siempre es posible el uso del GNSS, principalmente cuando no puede recibir las señales de los satélites debido a la presencia de edificaciones, bosque tupido, etc. Por lo demás, los sistemas GNSS RTK (Cinemático de Tiempo Real, por sus siglas en inglés) ya igualan e incluso superan la precisión de cualquier Estación Total, salvando los errores acumulables de éstas últimas, permitiendo además levantamientos de puntos distantes incluso a 100 km sin problema. En el futuro se percibe que la elección entre un equipo GNSS o bien una Estación Total estará más dado por la aplicación en sí, que por los límites tecnológicos que cada instrumento presente.

4) GPS

GPS es un sistema de navegación y posicionamiento, basado sobre emisiones de radioseñales de satélites disponibles en cualquier condición meteorológica, durante las 24 horas del día.

5) RECEPTORES GEODÉSICOS

Estos receptores funcionan en modo diferencial (dos receptores al mismo tiempo).

En este modo, los cálculos de posición están generalmente efectuados después de las mediciones (post-proceso) por la comprobación de las informaciones registradas con cada receptor.

Estos receptores están constituidos por una antena, un trípode, un colector separado enlazado por un cable a la antena.

2.2 ANGULOS

La determinación de puntos y la orientación de líneas dependen con frecuencia de la medida de ángulos y direcciones. En topografía, las direcciones se expresan por rumbos y acimuts.

Como se describe y como se ilustra, los ángulos que se miden en topografía se clasifican en *horizontales* y *verticales*, dependiendo del plano en que se midan. Los ángulos horizontales son las medidas básicas que se necesitan para determinar rumbos y acimuts. Los ángulos verticales (o cenitales) se usan en la nivelación trigonométrica, en estadia y para reducir las distancias inclinadas con respecto a la horizontal.

En la actualidad, comúnmente los ángulos se miden de *manera directa* en el campo empleando instrumentos de estación total, aunque anteriormente se han venido utilizando tránsito, teodolitos, brújulas y sextantes para este fin. Existen tres condiciones básicas que determinan un ángulo. Estas son: **1) la línea de referencia o línea inicial, 2) el sentido del giro y 3) la distancia angular.**

2.2.1 Unidades De Medida Angular

Una unidad puramente arbitraria define el valor de un ángulo. El sistema sexagesimal que se utiliza en Estados Unidos, y en muchos otros países, comúnmente se basa en unidades llamadas grados, minutos y segundos, y las subdivisiones decimales de dichas unidades. En Europa se emplea normalmente el *grado centesimal o neogrado*. Los radianes pueden ser más prácticos en los cálculos y, de hecho, se emplean extensamente en las computadoras digitales, pero el sistema sexagesimal sigue usándose en la mayoría de los levantamientos en Estados Unidos como también en nuestro país.

2.2.2 Clases De Ángulos Horizontales

Los ángulos horizontales que se miden más a menudo en topografía son: 1) *ángulos interiores*, 2) *ángulos a la derecha* 3) *ángulos de deflexión*. Como conceptos completamente diferentes, debe indicarse en forma clara en las notas de campo que clases de ángulos se están midiendo. Los ángulos interiores, que se muestran en la figura 2.1, son los ángulos que quedan dentro de un *polígono cerrado*. Normalmente se mide el ángulo en cada vértice del polígono. Luego, como se verá más adelante, puede efectuarse una verificación de los valores obtenidos, dado que la suma de todos los ángulos en cualquier polígono debe ser igual a $(n-2) 180^\circ$, donde n es el número de ángulos. Comúnmente se usan polígonos para levantamientos limítrofes y muchos otros tipos de trabajos. Los topógrafos (ingenieros en geomática) normalmente los llaman *poligonales cerradas*.

Los *ángulos exteriores*, que quedan fuera del polígono cerrado, son explementos (suplementos a 360°) de los ángulos interiores. Raras veces resulta ventajoso medir estos ángulos, a no ser que se trate de una comprobación, ya que la suma de los ángulos interiores y exteriores en cualquier estación debe ser igual a 360° .

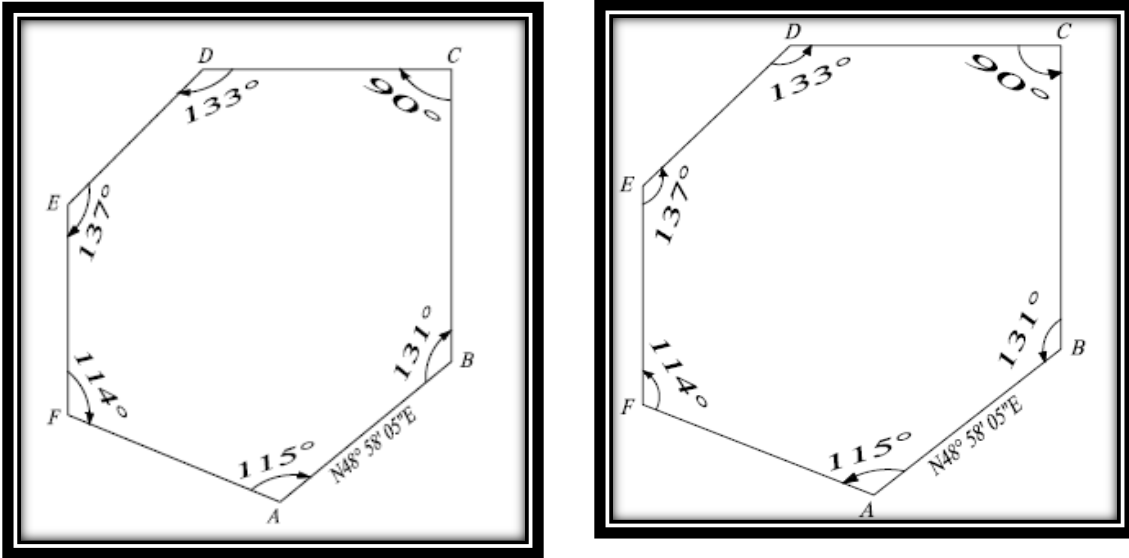


Figura 2.1 Angulos

(a)

Ángulos interiores en el sentido de las manecillas del reloj (ángulos a la derecha).

(b)

Ángulos interiores en el sentido contrario de las manecillas del reloj (ángulos a la izquierda).

Por definición, los *ángulos hacia la derecha* se miden en el *sentido de las manecillas del reloj* y de la *estación de atrás a la estación de adelante*. Nota: conforme avanza el levantamiento, las estaciones se identifican comúnmente con letras consecutivas según el alfabeto (como en la figura 2.1) o con números en orden creciente. En consecuencia, los ángulos interiores de la figura 2.1 (a) también son ángulos a la derecha. La mayoría de los recolectores de datos requieren que los ángulos a la derecha sean medidos en el campo. Los *ángulos hacia la izquierda*, que se miden en sentido opuesto al de las manecillas del reloj y también de la estación de atrás a la estación de adelante, se muestran en la figura 2.1 (b).

Nótese que los polígonos de la figura 2.1 son “derechos” e “izquierdos”, es decir, de forma semejante, pero invertidos uno respecto al otro como lo están las manos derecha e izquierda. La figura 2.1 (b) se muestra solamente para enfatizar un grave error que ocurre si los ángulos en el sentido contrario a las manecillas del

reloj se miden y se registran o se suponen como en el sentido de las manecillas del reloj. *Para evitar esta confusión, se recomienda que se adopte un procedimiento uniforme de medir siempre los ángulos a la derecha y anotar el sentido de giro en la libreta de campo junto con croquis del mismo.*

Los ángulos de deflexión se miden a partir de la prolongación de la línea de atrás y hacia la estación de adelante. Se usan principalmente en los alineamientos lineales largos de los levantamientos de ruta. Como se ilustra en la figura, los ángulos de deflexión se miden ya sea hacia la derecha (en el sentido de las manecillas del reloj) o hacia la izquierda (en el sentido contrario al de las manecillas del reloj) dependiendo de la dirección de la ruta. Los ángulos en el sentido de las manecillas del reloj se consideran positivos, y aquellos en el sentido contrario al de las manecillas del reloj se consideran negativos, como se muestra en la figura. Los ángulos de deflexión son siempre menores de 180° y el sentido de giro se define anexando una D o una I al valor numérico.

2.2.3 Dirección De Una Línea

La dirección de una línea es su ángulo horizontal medido desde una línea de referencia arbitrariamente escogida, llamada *meridiano*. Se usan diferentes meridianos para especificar las direcciones, incluyendo a) el geodésico (frecuentemente también llamado *verdadero*), b) el astronómico, c) el magnético, d) el de malla, e) el registrado y f) el supuesto.

El meridiano *geodésico* es la línea de referencia Norte-Sur que pasa por la posición media de los polos geográficos de la Tierra. Las posiciones de los polos se definieron como sus ubicaciones medias entre el periodo de 1900-1905.

El bamboleo del eje de rotación de la Tierra, hace cambiar con el tiempo la posición de los polos geográficos de la Tierra. En cualquier punto, el meridiano *astronómico* es la línea de referencia Norte – Sur que pasa por la posición instantánea de los polos geográficos de la Tierra. Los meridianos astronómicos obtienen su nombre de la operación de campo para obtenerlos, que consiste en hacer observaciones del Sol o de la estrellas. Los meridianos geodésicos y

astronómico son casi iguales, y el primero puede calcularse del último haciendo pequeñas correcciones.

El meridiano *magnético* se define utilizando una aguja magnética suspendida libremente y que solo se encuentra bajo la influencia del campo magnético de la Tierra.

Los levantamientos basados en un sistema estatal de coordenadas u otro sistema de coordenadas planas se refieren a un meridiano de *cuadrícula*. La dirección norte de la cuadrícula es la dirección al norte geodésico de un *meridiano central* seleccionado, y se mantiene paralela a ésta en toda el área cubierta por el sistema de coordenadas.

En los levantamientos de deslinde, el término meridiano *registrado* se refiere a las referencias direccionales citadas en los documentos registrados de un levantamiento anterior de un terreno específico. Otro término similar, el meridiano de *título de propiedad*, se usa en la descripción de un terreno tal como está registrado en el registro de la propiedad.

Puede establecerse un meridiano *supuesto* asignando simplemente cualquier dirección arbitraria por ejemplo, adoptando una cierta línea de calle para que sea el norte geodésico. Entonces se encuentran las direcciones de todas las demás líneas en relación con ésta. La desventaja de utilizar un meridiano arbitrario es la dificultad, o tal vez la imposibilidad, de restablecerlo si se pierden los puntos originales, así como su falta de coincidencia con otros levantamientos y mapas. De las definiciones anteriores, es evidente que los términos norte o norte verdadero deben definirse claramente al usarse en un levantamiento, ya que puede ser que no especifiquen una línea única.

2.3 ACIMUT Y RUMBOS

2.3.1 Acimuts.

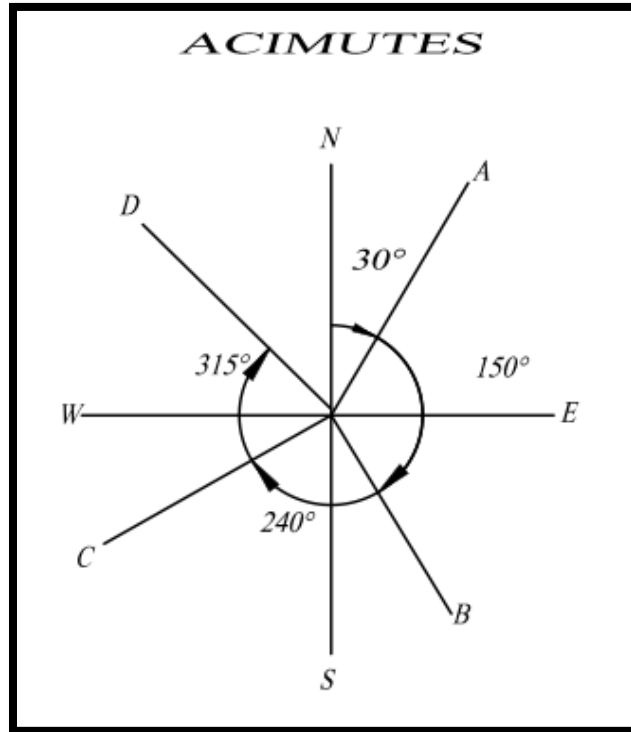


Figura 2.2 Acimutes

Los acimuts son ángulos horizontales medidos en el sentido de las manecillas del reloj desde cualquier meridiano de referencia. En topografía plana, los acimuts se miden generalmente a partir del Norte, pero los astrónomos y los militares han usado el Sur como dirección de referencia. El National Geodetic Survey (NGS) TAMBIEN USO EL Sur como su referencia para los acimuts para el NAD27, pero el norte ha sido adoptado para el NAD83. Los acimuts pueden ser *geodésicos*, *astronómicos*, *magnéticos*, *de cuadrícula*, *registrados* o *supuestos*, dependiendo del meridiano de referencia que se use. Para evitar confusiones, es necesario indicar en las notas de campo, al comienzo del trabajo, que meridiano de referencia es aplicable a los acimuts, y si se miden a partir del Norte o del Sur.

La dirección hacia delante de una línea puede darse por su acimut *hacia adelante*, y su dirección inversa por su acimut *hacia atrás*, y viceversa, sumando o restando 180° .

Los acimuts pueden leerse directamente en el círculo graduado de un instrumento de estación total después de haber orientado adecuadamente el instrumento. Esto puede hacerse visando a lo largo de una línea de acimut conocido, con dicho ángulo marcado en el círculo, y girando luego a la dirección deseada. Los acimuts se emplean ventajosamente en levantamientos de linderos, topográficos, de control y de otros tipos, así como en los cálculos respectivos.

2.3.2 Rumbos

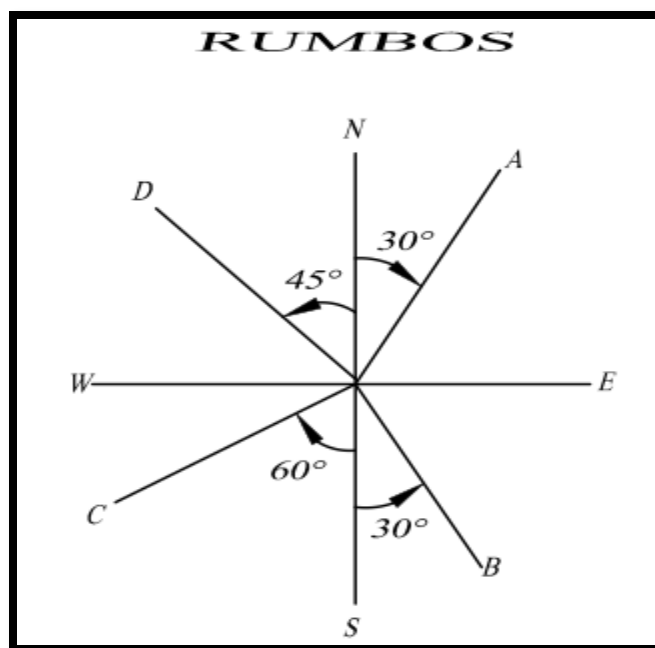


Figura 2.3 Rumbos

Los rumbos representan un sistema para designar las direcciones de las líneas. El *rumbo de una línea es el ángulo agudo horizontal entre un meridiano de referencia y la línea*. El ángulo se mide ya sea desde el Norte o desde el Sur, y hacia el Este o el Oeste, y su valor no es mayor de 90° . El cuadrante en el que se encuentra se

indica comúnmente con la letra N o la S precediendo al valor numérico del ángulo, y la letra E o la W, después de dicho valor.

Los *rumbos geodésicos* se miden a partir del meridiano geodésico, los *rumbos astronómicos* a partir del meridiano astronómico local, los *rumbos magnéticos* a partir del meridiano magnético local, los *rumbos de cuadrícula* a partir del meridiano apropiado de cuadrícula, y los *rumbos supuestos* a partir de cualquier meridiano adoptado. El meridiano magnético puede obtenerse en el campo al observar la aguja de una brújula y utilizando los ángulos medidos para obtener los rumbos magnéticos calculados.

En la figura 2.4, supóngase que se leyó una brújula sucesivamente en los puntos A, B C Y D, midiendo directamente los rumbos de las líneas AB, BA, BC, CB, CD Y DC. A los rumbos de AB, BC y CD se les llama *rumbos directos* y a los de BA, CB Y DC, *rumbos inversos*. Los rumbos hacia atrás tienen el mismo valor numérico que los rumbos hacia delante, pero corresponden a cuadrantes opuestos. Si el rumbo de AB es N44°E, el rumbo de BA es S44°W.

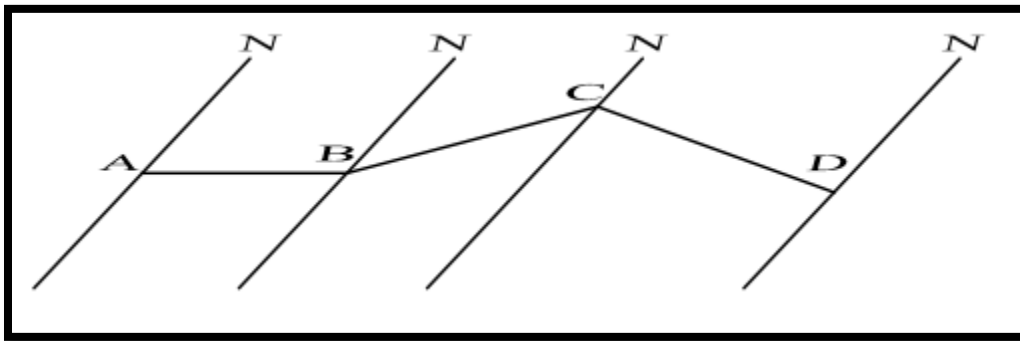


Figura 2.4 Rumbos directos e inversos

2.4 POLIGONALES

Una poligonal es una serie de líneas consecutivas cuyos extremos se han marcado en el campo, así como sus longitudes y direcciones se han determinado a partir de mediciones en el campo. El trazo de una *poligonal*, que es la operación de establecer las estaciones de ésta y de hacer las mediciones necesarias, es uno de los procedimientos fundamentales y más utilizados en la práctica para determinar la ubicación relativa entre puntos y el terreno.

Hay dos tipos básicos de poligonales: *la cerrada* y *la abierta*. Existen dos categorías de poligonales cerradas: el *polígono* y *la línea*. En una poligonal cerrada, como se muestra en la figura 2.5, las líneas regresan al punto de partida, formándose así una figura cerrada (geométrica y matemáticamente cerrada). Las líneas terminan en otra estación que tiene una exactitud de posición igual o mayor que la del punto de partida. Las del tipo de línea (geoméricamente abierta, matemáticamente cerrada), que se muestran en la figura 2.5, deben tener una dirección de referencia para el cierre, como, por ejemplo, la línea E-Az Mk2. Las poligonales cerradas proporcionan comprobaciones de los ángulos y de las distancias medidas, consideración esta en extremo importante. Se emplean extensamente en levantamiento de control, para construcción, de propiedades y topográficos.

Si se observara la distancia entre las estaciones C y E de la figura 2.5, el conjunto resultante de observaciones se convertiría en lo que se llama una *red*.

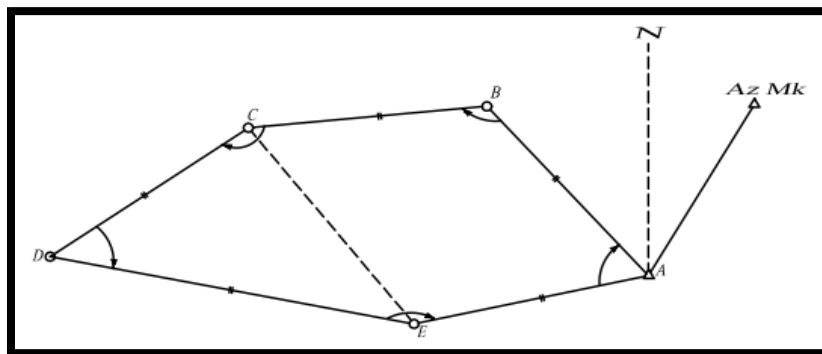


Figura 2.5 Poligonal Cerrada

Una red comprende la interconexión de estaciones dentro del levantamiento para crear mediciones redundantes adicionales. Las redes ofrecen más comprobaciones geométricas que las poligonales cerradas. Por ejemplo, en la figura 2.5, después de calcular las coordenadas en las estaciones C y E usando procedimientos elementales, la distancia observada CE puede compararse con un valor obtenido mediante la inversión de las coordenadas.

Una poligonal abierta (geométrica y matemáticamente abierta) consta de una serie de líneas unidas, pero estas no regresan al punto de partida ni cierran en un punto con igual o mayor orden de exactitud. *Las poligonales abiertas deben evitarse porque no ofrecen medio alguno de verificación por errores y equivocaciones.* Si deben usarse, las mediciones deben repetirse cuidadosamente para evitar las equivocaciones.

En cada estación de la poligonal A, B, C, etc., de la figura 2.5, se planta un trompo (estaca de madera con una tachuela o un clavo para marcar el punto, una estaca de acero o un tubo, quedando las estaciones en donde ocurren los cambios de dirección. Escarpías, clavos "P-K", y cruces labradas se usan sobre el pavimento asfáltico. Sobre el concreto se hacen marcas con cincel o con pintura.

A las estaciones se les llama algunas veces vértices o puntos de ángulo, por medirse generalmente en cada una de ellas un ángulo.

2.5 TIPOS DE LEVANTAMIENTOS

De acuerdo con la finalidad de los trabajos topográficos existen varios tipos de levantamiento, que aunque aplican los mismos principios, cada uno de ellos tiene procedimientos específicos para facilitar el cumplimiento de las exigencias y requerimientos propios. Entre los levantamientos tenemos los siguientes:

2.5.1 Levantamiento de tipo general (Lotes y Parcelas)

Estos levantamientos tienen por objetos marcar o localizar linderos, medianías o límites de propiedades, medir y dividir superficies, ubicar terrenos en planos generales ligando con levantamientos anteriores o proyectar obras o construcciones. Las principales operaciones son:

- División de fincas en parcelas de forma y características determinadas, operación que se conoce con el nombre de particiones.
- Amojonamiento de linderos para garantizar su posición y permanencia.
- Referencia de mojones, ligados posicionalmente a señales permanentes en el terreno.
- Cálculo de áreas, distancias y direcciones, que es en esencia los resultados de los trabajos de agrimensura.
- Representación gráfica del levantamiento mediante la confección o dibujo de planos.
- Soporte de las actas de los deslindes practicados.

2.5.2 Levantamiento Longitudinal o de vías de comunicación

Son los levantamientos que sirven para estudiar y construir vías de transporte o comunicaciones como carreteras, vías férreas, canales, líneas de transmisión, acueductos, etc. Las operaciones son las siguientes:

- Levantamiento topográfico de la franja donde va a quedar emplazada la obra tanto en planta como en elevación (planimetría y altimetría simultáneas)
- Diseño en planta del eje de la vía según las especificaciones de diseño geométrico dadas para el tipo de obra.

- Localización del eje de la obra diseñado mediante la colocación de estacas a cortos intervalos de unas a otras, generalmente a distancias fijas de 5, 10 ó 20 metros.
- Nivelación del eje estacado o abscisado, mediante itinerarios de nivelación para determinar el perfil del terreno a lo largo del eje diseñado y localizado.
- Dibujo del perfil y anotación de las pendientes longitudinales.
- Determinación de secciones o perfiles transversales de la obra y la ubicación de los puntos de chaflanes respectivos.
- Cálculo de volúmenes (cubicación) y programación de las labores de explanación o movimientos de tierras (diagramas de masas), para la optimización de cortes y rellenos hasta alcanzar la línea de subrasante de vía.
- Trazado y localización de las obras respecto al eje, tales como puentes, desagües, alcantarillas, drenajes, filtros, muros de contención, etc.
- Localización y señalamiento de los derechos de vía o zonas legales de paso a lo largo del eje de la obra.

2.5.3 Levantamientos de Minas

Estos levantamientos tienen por objeto fijar y controlar la posición de los trabajos subterráneos requeridos para la explotación de minas de materiales minerales y relacionarlos con las obras superficiales. Las operaciones corresponden a las siguientes:

- Determinación en la superficie del terreno de los límites legales de la concesión y amojonamiento de los mismos.
- Levantamiento topográfico completo del terreno ocupado por la concesión y confeccionamiento del plano o dibujo topográfico correspondiente.
- Localización en la superficie de los pozos, excavaciones, perforaciones para las exploraciones, las vías férreas, las plantas de trituración de agregados y minerales y demás detalles característicos de estas explotaciones.
- Levantamiento subterráneo necesario para la localización de todas las galerías o túneles de la misma.

- Dibujo de los planos de las partes componentes de la explotación, donde figuren las galerías, tanto en sección longitudinal y transversal.
- Dibujo del plano geológico, donde se indiquen las formaciones rocosas y accidentes geológicos.
- Cubicación de tierras y minerales extraídos de la excavación en la mina.

2.5.4 Levantamientos Hidrográficos

Estos levantamientos se refieren a los trabajos necesarios para la obtención de los planos de masas de aguas, líneas de litorales o costeras, relieve del fondo de lagos y ríos, ya sea para fines de navegación, para embalses, toma y conducción de aguas, cuantificación de recursos hídricos, etc. Las operaciones generales son las siguientes:

- Levantamiento topográfico de las orillas que limitan las masas o corrientes de agua.
- Batimetría mediante sondas ecográficas para determinar la profundidad del agua y la naturaleza del fondo.
- Localización en planta de los puntos de sondeos batimétricos mediante observaciones de ángulos y distancias.
- Dibujo del plano correspondiente, en el que figuren las orillas, las presas, las profundidades y todos los detalles que se estimen necesarios.
- Observación de las mareas o de los cambios del nivel de las aguas en lagos y ríos.
- Medición de intensidad de las corrientes o aforos de caudales o gastos (volumen de agua que pasa por un punto determinado de la corriente por unidad de tiempo)

2.5.5 Levantamientos Catastrales y Urbanos

Son los levantamientos que se hacen en ciudades, zonas urbanas y municipios para fijar linderos o estudiar las zonas urbanas con el objeto de tener el plano que servirá de base para la planeación, estudios y diseños de ensanches,

ampliaciones, reformas y proyecto de vías urbanas y de los servicios públicos, (redes de acueducto, alcantarillado, teléfonos, electricidad, etc.)

Un plano de población es un levantamiento donde se hacen las mediciones de las manzanas, redes viales, identificando claramente las áreas públicas (vías, parques, zonas de reserva, etc.) de las áreas privadas (edificaciones y solares) tomando la mayor cantidad de detalles tanto de la configuración horizontal como vertical del terreno. Estos planos son de gran utilidad especialmente para proyectos y mejoras y reformas en las grandes ciudades. Este trabajo debe ser hecho con extrema precisión y se basa en puntos de posición conocida, fijados previamente con procedimientos geodésicos y que se toman como señales permanentes de referencia igualmente se debe complementar la red de puntos de referencia, materializando nuevos puntos de posición conocida, tanto en planta en función de sus coordenadas, como en elevación, altitud o cota.

Los levantamientos catastrales comprenden los trabajos necesarios para levantar planos de propiedades y definir los linderos y áreas de las fincas, cultivos, edificaciones, así como toda clase de predios con espacios cubiertos y libres, con fines principalmente fiscales, especialmente para la determinación de avalúos y para el cobro de impuesto predial. Las operaciones que integran este trabajo son las siguientes:

- Establecimiento de una red de puntos de apoyo, tanto en planimetría como altimetría.
- Relleno de esta red con tantos puntos como sea necesario para poder confeccionar un plano bien detallado.
- Referencia de cierto número de puntos especiales, tales como esquinas de calles, con marcas adecuadas referido a un sistema único de coordenadas rectangulares.
- Confección de un plano de la población bien detallado con la localización y dimensiones de cada casa.
- Preparación de un plano o mapa mural.

- Dibujo de uno o varios planos donde se pueda apreciar la red de distribución de los diferentes servicios que van por el subsuelo (tuberías, alcantarillados, etc.).

2.6 PRINCIPIO DE TEORIA DE ERRORES

Siempre existirán imperfecciones en los aparatos y en el manejo de los mismos, por tanto ninguna medida es exacta en topografía es por eso que la naturaleza y magnitud de los errores deben ser comprendidas para obtener buenos resultados. Las equivocaciones son producidas por falta de cuidado, distracción o falta de conocimiento. Algunas definiciones que debemos de comprender son:

- **Precisión:** grado de perfección con que se realiza una operación o se establece un resultado.
- **Exactitud:** grado de conformidad con un patrón modelo. Se puede medir una distancia como una gran minuosidad.
- **Error:** es una magnitud desconocida debido a un sinnúmero de causas.
- **Equivocaciones:** es una falta involuntaria de la conducta generada por el mal criterio o por confusión en la mente del observador. Las equivocaciones se evitan con la comprobación, los errores accidentales solo se pueden reducir por medio de un mayor cuidado en las medidas y aumentando el número de medidas. Los errores sistemáticos se pueden corregir aplicando correcciones a las medidas cuando se conoce el error, o aplicando métodos sistemáticos en el trabajo de campo para comprobarlos y contrarrestarlos.
- **Comprobaciones:** siempre se debe comprobar las medidas y los cálculos ejecutados, estos descubren errores y equivocaciones y determinan el grado de precisión obtenida.

2.7 CLASIFICACION DE LOS ERRORES

2.7.1 *Según las causas que lo producen estos se clasifican en:*

- **Naturales:** debido a las variaciones de los fenómenos de la naturaleza como el sol, viento, humedad, temperatura, etc.
- **Personales:** debido a la falta de habilidad del observador, estos son errores involuntarios que se cometen por falta de cuidado o pericia.
- **Instrumentales:** debido a imperfecciones o desajustes de los instrumentos topográficos con que se realizan las medidas. Por estos errores es muy importante el hecho de revisar los instrumentos a utilizar antes de cualquier inicio de trabajo.

2.7.2 *Según las formas que lo producen:*

- **Sistemáticos:** en condiciones de trabajo fijas en el campo son constantes y del mismo signo y por tanto son acumulativos, mientras las condiciones permanezcan invariables siempre tendrán la misma magnitud y del mismo signo algebraico por ejemplo: en medidas de ángulos, en aparatos mal graduados o arrastre de graduaciones en el tránsito, cintas o estadales mal graduadas, error por temperatura. En este tipo de errores es posible hacer correcciones.
- **Accidentales:** es aquel debido a un sinnúmero de causas que no alcanzan a controlar el observador por lo que no es posible hacer correcciones para cada observación, estos se dan indiferentemente en un sentido o en otro y por tanto puede ser que sea positivo o negativo, por ejemplo: en medidas de ángulos, lecturas de graduaciones, visuales descentradas de la señal, en medidas de distancias, etc.

Comparación entre errores sistemáticos y errores accidentales.

Sistemáticos	Accidentales
1. Según la ley fisicomatemática determinada.	1. Según la ley de las probabilidades.
2. Se conocen en signos y magnitud. Exceso (+) Defecto (-)	2. No se conoce su magnitud ni su sentido.
3. Son corregibles.	3. No se pueden corregir pero pueden corregirse siguiendo determinado procedimiento.
4. Son de cuantía.	4. No es de cuantía.
5. Varían proporcionalmente al n° de observaciones.	5. Varían proporcionalmente a la del n° de observaciones.

Tabla 2.1 Comparación entre errores sistemáticos y errores accidentales.

Los errores accidentales tienen las mismas probabilidades de ser positivas o negativas por lo tanto cuando el número de estos errores tiende a ser infinito la suma de estos también tiende a hacer infinitamente pequeño el error.

Estos errores se eliminan porque se compensan.

Ejemplo:

Suponiendo que se hagan “n” medidas de una misma cantidad se tienen lo siguiente:

Medida	Valor obtenido	Error residual
1	a_1	$v_1 = M - a_1$
2	a_2	$v_2 = M - a_2$
3	$v_3 = M - a_3$	
4	$a_4 v_4 = M - a_4$	
.	.	.
.	.	.
.	.	.
n	a_n	$\frac{vn=M-An}{\sum V=0}$

- **Valor probable es la Media Aritmética:**

$$M = \frac{a1 + a2 + a3 + a4 + \dots + an}{n}$$

- **Error residual o desviación V de una observación** es la diferencia entre las medidas y cada una de las observaciones.

$$V = M - an$$

- **Error probable, r**

Es un error tal que la probabilidad de cometer un error mayor que él es igual a la probabilidad de cometer un error menor.

Según teoría de los mínimos cuadrados y llamando

r = error probable de una sola observación.

r₀ = error de la media

v = error residual se tiene que:

$$r = \pm 0.6745 \sqrt{\frac{\sum v^2}{n-1}}$$

Error de la media de un cierto número de observaciones:

$$r_0 = 0.6745 \sqrt{\frac{\sum v^2}{n(n-1)}} = \pm \frac{r}{\sqrt{n}}$$

n = # de observaciones o de medidas

- **Error estándar, desviación estándar o error medio cuadrático**

$$\sigma_s = \pm \sqrt{\frac{\sum v^2}{n-1}} \text{ error estándar de una sola observación}$$

$$\sigma_m = \pm \sqrt{\frac{\sum v^2}{n(n-1)}} \text{ error estándar de la media}$$

➤ **Error más probable (VMP)**

$$VMP = M \pm r_0$$

$$VMP = M \pm \sigma m$$

➤ **Precisión, P**

$$P = \frac{1}{\frac{M}{r_0}}$$

➤ **Tolerancia, T**

Es el error máximo que puede ser tolerado

$$T = 2E_T \text{ en donde:}$$

$$E_T = \sum \text{errores residuales absolutos}$$

➤ **Discrepancia** es la diferencia entre 2 medidas de la misma cantidad.

➤ **Equivocación** es una falta cometida sin intención y debido a poco criterio o a una confusión del observador.

➤ **Peso** es el grado de confianza que tiene una medida, el peso puede asignarse arbitrariamente; puede ser el resultado del número de observaciones y también puede ser el resultado o combinación de ambas circunstancias.

2.8 ERRORES MÁS COMUNES EN LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

Los errores que se comenten en los levantamientos topográficos son personales e instrumentales:

2.8.1 Errores Personales en campo:

➤ **Personal No Calificado:** cuando se realiza un levantamiento topográfico, en su mayoría de ocasiones el cadenero es una persona que ha ido adquiriendo conocimientos topográficos empíricamente a lo largo del tiempo y éste tiene conocimientos procesuales mas no conceptuales en su quehacer.

- **Mal uso de la plomada:** el cadenero en ocasiones hace mal uso de la plomada, la deja caer sobre el terreno cuando todavía se encuentra oscilando o no tiene pericia para el uso de ésta.

- **Mal uso de la cinta:** los cadeneros como no tienen teoría respecto a Geometría colocan la cinta de una forma incorrecta para leer distancias como por ejemplo: no la colocan lo más horizontal posible tampoco vertical y la distancia que realmente están leyendo es una hipotenusa de un triángulo rectángulo contenida en el plano.

- **Centrarse mal con la Estación Total:** el Ingeniero Topógrafo o el Técnico encargado de la manipulación de la Estación Total debe de tener supremo cuidado al momento de centrarse ya que cada estacionamiento es vital, porque si centra de una manera incorrecta generará distorsiones en la captura de puntos y como consecuencia estará mal el dibujo respecto a la realidad física.

- **Utilización de herramienta no idónea:**
 - **Tipos de cinta:** en ocasiones se utilizan cintas que están hechas de material bastante deformables y esto genera que al momento de leer distancias estemos leyendo valores alejados del valor exacto.
 - **Tipos de prima:** este es un error muy común en levantamientos topográficos ya que utilizamos un solo prisma en nuestro medio en su mayoría de ocasiones para cualquier levantamiento y deberíamos de usar prismas de menor diámetro como cuando por ejemplo medimos las esquinas de una construcción existente.
 - **Tipos de plomada:** cuando se utilizan plomadas debemos de llevar plomadas que sean lo suficientemente pesadas al menos de 16oz para que al momento de estar usándolas no oscilen mucho. Un error muy común es usar las plomadas llamadas en nuestro medio “de albañil”.

- **No enumerar los estacionamientos:** este es un error muy común que regularmente se comete el no dejar enumerados todos los Estacionamientos en los cuales estuvimos centrados y cuando necesitamos tiempo después realizar un trazo en base a esa poligonal se nos han perdido los puntos o los tenemos que crear, etc.
- **Mal uso del bastón:** el cadenero en muchas ocasiones sino es que en su mayoría no coloca el bastón a plomo y el punto que realmente nos está dando es el que se proyecta del prisma a la superficie del terreno y no el que erradamente él cree que es el de la punta del bastón.
- **Vista atrás:** este es un error que se debe de minimizarlo lo más que se pueda, el cadenero se coloca en el clavo que está en el punto de la vista atrás pero no lo coloca a plomo, lo tiene que colocar a plomo para que no se tenga problema con la captura de puntos.
- **No verificar que el eje del bastón se encuentre en medio de los hilos de la Estación**

2.8.2 Errores Instrumentales

- **La incerteza de la Estación:** un error es el no conocer la incerteza de la Estación con la que se está trabajando ya que si se están capturando puntos más alejados de la distancia permisible ya estaremos cometiendo un error horizontal y vertical.
- **Cintas mal graduadas:** debemos de estar consciente que ninguna cinta está bien graduada pero el usar cintas de diferentes marcas nos da la confianza suficiente como para poder usarlas, pero en ocasiones se usan cintas en campo que definitivamente está mal graduadas.

- **El nivel esférico del bastón está descalibrado:** en muchas ocasiones por el uso frecuente del bastón con los golpes que ha recibido el nivel esférico de éste llega a dañarse entonces cuando el cadenero desea ponerlo a plomo le está mintiendo es un plomo falso y es cuando se genera error en el punto que se está capturando.
- **Incerteza del GPS:** se debe de estar consciente cual es la precisión del GPS que se está utilizando ya que presumimos estar tomando un punto y en realidad es otro por el rango permisible del GPS.

2.9 CRITERIOS DE COMPENSACION DE UNA POLIGONAL

1. Corrección arbitraria de uno o más ángulos
2. Aplicación de correcciones mayores a los ángulos en las que hubo condiciones de observaciones diferentes desfavorables.
3. Aplicación de corrección media o promedio que se haya de dividir el error total entre un número de vértices que tenga el polígono.

$$\text{Corrección Angular} = \frac{\text{Error Total}}{\text{n}^\circ \text{ de estaciones del polígono}}$$

4. Cálculos de rumbos
5. Cálculo de proyecciones de cada lado del polígono.
6. Comprobación del Cierre Lineal

$$\text{Precisión} = \frac{1}{\frac{LT}{ET}} \text{ donde } LT = \text{Longitud total del polígono}$$

ET= Error Total

Condición de cierre:

$\sum_N - \sum_S = 0$ Cierre perfecto pero como no se presenta este resultado se compensa

$$\sum_E - \sum_W = 0$$

➤ **Error en Latitud:**

$$E_{lat} = \sum_N - \sum_S$$

➤ **Error en Longitud:**

$$E_{\text{long}} = \sum_E - \sum_w$$

➤ **Error Total**

$$ET = \sqrt{(ELat)^2 + (ELong)^2}$$

Si la precisión es menor que la tolerancia el polígono se compensa:

$$E_j = \frac{1}{2500} < 1/2000$$

7. Compensación lineal.

La compensación lineal puede efectuarse por varios procedimientos entre ellos tenemos los siguientes:

- a) **La Regla del Tránsito**
- b) **La Regla de la Brújula**

2.9.1 La Regla del Tránsito

Esta regla está basada en:

1. En que los errores en el levantamiento son accidentales
2. Que las medidas de ángulos son más precisas que las medidas de longitud.

Con esta regla se corrige proporcionalmente las proyecciones:

➤ Para Latitudes:

$$K = \left(1 \pm \frac{ELat}{\sum N + \sum S} \right)$$

$$K1 = \left(1 + \frac{ELat}{\sum N + \sum S} \right)$$

$$K2 = \left(1 - \frac{ELat}{\sum N + \sum S} \right)$$

➤ Para Longitudes:

$$K = \left(1 \pm \frac{E_{Long}}{\sum N + \sum S} \right)$$

$$K1 = \left(1 + \frac{E_{Long}}{\sum E + \sum W} \right)$$

$$K2 = \left(1 - \frac{E_{Long}}{\sum E + \sum W} \right)$$

Y finalmente:

Multiplicar K_1 por $\sum N$ para obtener el valor compensado

Multiplicar K_2 por $\sum s$ para obtener el valor compensado

Multiplicar K_1 por $\sum E$ para obtener el valor compensado

Multiplicar K_2 por $\sum W$ para obtener el valor compensado

2.10 NIVELACION

La nivelación es el procedimiento que se aplica para determinar la elevación de puntos situados sobre la superficie de la tierra, o más estrictamente la comparación entre ellas.

El equipo básico que se requiere en una nivelación es:

- a) Un instrumento que de una línea totalmente horizontal (Nivel).
- b) Una regla graduada útil para lecturas verticales (Mira o Estadal).

Adicionalmente se requiere equipo para efectuar mediciones que permitan la ubicación relativa de los puntos nivelados mediante la cinta.

2.10.1 Banco de Marca

Son los puntos permanentes, están determinados en partes sólidas (puede ser mojoneros, placas de acero, en general superficies lisas, sirven como referencia en las nivelaciones).

La elevación de estos bancos de Marcas (B.M.) puede ser establecida arbitrariamente o determinados previamente; aunque estos datos generalmente son establecidos por el control Estatal.

➤ **Vista Atrás (Vat) o Visual de Espalda (V.E.)**

Son visuales dirigidas con el nivel a puntos de elevación conocidas.

➤ **Vista Adelante (Vad) o Visual de Frente (V.F)**

Son visuales dirigidas con el nivel a puntos cuya elevación se requiere conocer, pueden ser conocidos como vista intermedia.

➤ **Puntos de Vuelta (P.V) o de Cambio (P.C.)**

Son aquellos puntos en los cuales se visualiza la mira una vez para la vista atrás y otra para la vista adelante. Se utiliza cuando desde una posición del aparato no se logran visualizar todos los puntos.

2.11 MÉTODOS DE NIVELACION

La nivelación puede ser:

Indirectas { *Barométricas*
Trigonométricas

Directas o Geométricas { *Simple*
Compuestas

Las nivelaciones indirectas son las que se valen de otros elementos auxiliares para obtener los desniveles, mientras que las directas las mide como su nombre lo indica directamente.

2.11.1 Nivelación Geométrica o Directa

Este es el método para obtener desniveles, elevación del terreno y diferencia de nivel entre 2 puntos. Ya que es el método que ofrece mayor sencillez en la obtención de datos.

2.11.2 Nivelación Geométrica Simple

Es aquella en la cual desde una sola posición del instrumento convenientemente ubicado se puede visualizar todos los puntos a los cuales se requiere conocer su elevación.

Se sitúa y nivela el aparato en el punto más conveniente o sea el que ofrezca mejores condiciones de visibilidad. La primera lectura se hace sobre la mira colocada en un punto estable y fijo que se toma como banco de marca y a partir del cual se van a nivelar todos los puntos del terreno.

La diferencia de nivel entre 2 puntos extremos de una nivelación puede ser obtenida de la siguiente manera:

1. Elev. Final – Elev inicial
2. $\sum V_{at} - \sum V_{ad}$

EST.	Vat	h del Inst.	Vad	Vint	Elevación

Tabla 2.2 Anotación en levantamientos de nivelación.

Para determinar la exactitud de una nivelación, si no se llega a un punto al cual se le conoce su elevación y poder así comparar; su elevación se realiza lo que se llama “**Contranivelación**” o sea regresar al punto de partida.

A la diferencia que existe entre la elevación de salida y la de entrada es lo que se le denomina “**Error de Cierre**”, el cual se puede comparar con las especificaciones.

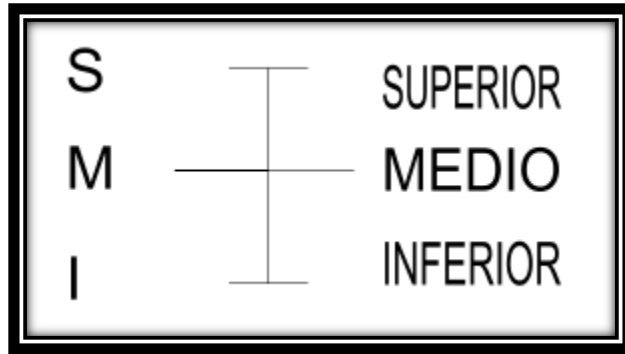


Figura 2.6 Esquema de los hilos del Nivel

Precisión de Lectura:

$$s - m = m - i$$

$$hm = \frac{s + i}{2}$$

➤ Si no da la misma elevación en la contranivelación:

$E_c = \text{Elev}_f - \text{Elev}_i$ Deben de ser iguales

$$E_c = \sum V_{at} - \sum V_{ad}$$

➤ Diferencia de Alturas o desnivel entre BM # 1 y el punto A

$$\text{Dif} = \text{Elev}_A - \text{Elev}_{\text{BM}\#1}$$

$$\text{Dif} = \sum V_{at}(\text{BM} \# 1 \text{ y PV1}) - \sum V_{ad}(\text{PV1 y A})$$

➤ Corrección :

$$\frac{E_c}{L_T} * L_i$$

2.12 PRECISIÓN EN LAS NIVELACIONES

2.12.1 Nivelación Aproximada

Para anteproyectos con visuales hasta de 300mts., lectura de mira (L.M.) aproximada a los 3cms.

$$Emáx \text{ en mts} = \pm 0.15 \sqrt{\text{Dist en Kms}}$$

2.12.2 Nivelación Ordinaria

Para construcciones civiles en general visuales hasta de 190mts L.M. aproximados de 2mm Vat y Vad aproximadamente iguales, puntos de vuelta sobre suelo firme o cuerpos sólidos.

$$Emáx \text{ en mts} = \pm 0.04 \sqrt{\text{Dist en Kms}}$$

2.12.3 Nivelación de Precisión

Para planos de poblaciones o establecer puntos de referencia principales, visual hasta de 90mts L.M. con aproximación de 0.25mm, Vat y Vad iguales, PV sobre cuerpos sólidos, Trípode fijo en el terreno.

$$Emáx \text{ en mts} = \pm 0.04 \sqrt{\text{Dist en Kms}}$$

2.12.4 Nivelación de Alta Precisión.

Para determinar puntos permanentes de cotas bien exactas que forman una red de apoyo, revisar y corregir a diario el aparato visuales de longitud máximas de 90mts, Nivel resguardado del sol PV sobre planchas de acero o concreto.

Lecturas atrás y adelante una tras la otra de forma inmediata instrumento bien firme.

$$Emáx \text{ en mts} = \pm 0.008 \sqrt{\text{Dist en Kms}}$$

2.13 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRECISION EN LAS NIVELACIONES

- a) El tipo de instrumento utilizado
- b) La experiencia, destreza y grado de exactitud con que opera el observador.
- c) El número de puestas del aparato para una longitud dada.
- d) De la longitud de las visuales, a mayor longitud menor precisión.
- e) A la longitud errónea de la mira.
- f) A las perturbaciones atmosféricas.

2.14 MÉTODOS DE CONTRANIVELACION

2.14.1 Por los mismos puntos

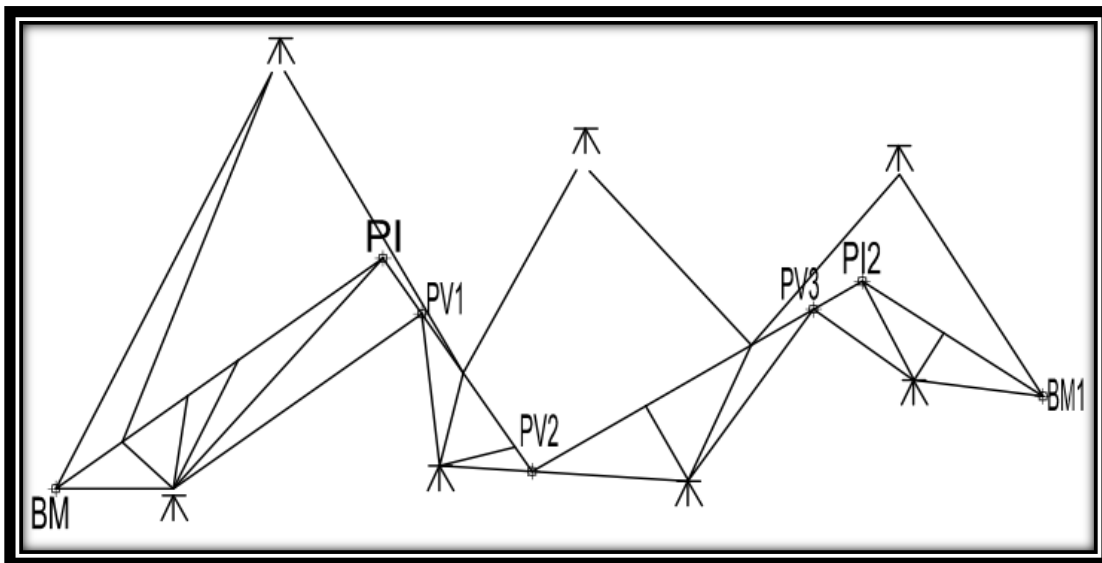


Figura 2.7 Contranivelación por los mismos puntos

2.14.2 Por puntos diferentes

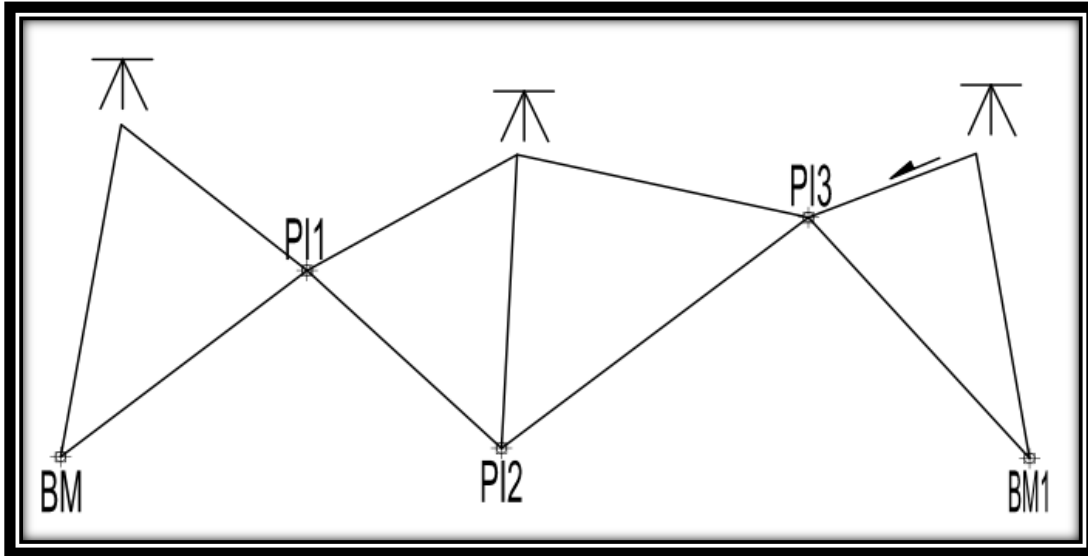


Figura 2.8 Contranivelación por puntos diferentes

2.14.3 Por rutas diferentes.

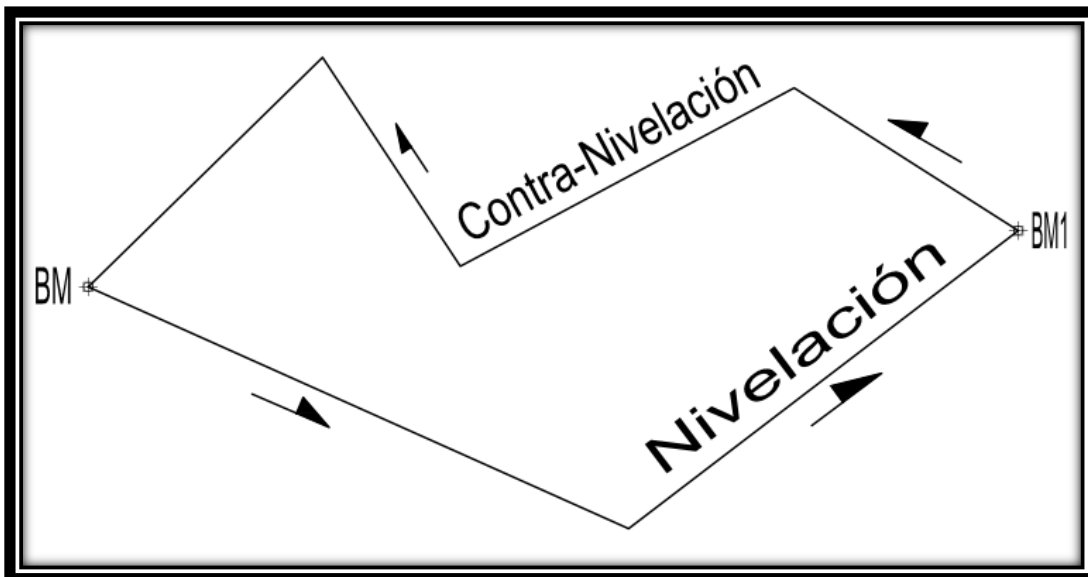


Figura 2.9 Contranivelación por rutas diferentes

2.15 TIPOS DE ESTACIÓN TOTAL

Existen *estaciones servoasistidas* o *motorizadas* que son motivo de otra ubicación.

Las estaciones Clásicas y hasta la fecha de mayor difusión son las Estaciones Manuales, mal denominadas mecánicas. Esto significa simplemente que los movimientos de círculos horizontal y Vertical se realizan manipulando la Estación y con la ayuda de los tornillos de fijación o pequeños movimientos. Resulta interesante conceptualmente saber qué parámetros se deben manejar en la actualidad para la selección de un instrumento para determinado trabajo o actividad, a diferencia de lo tenido en cuenta con metodologías anteriores a la utilización de equipamiento electrónico. Antiguamente en razón de que el producto era esencialmente gráfico el valor de partida era la Escala.

Las estaciones robóticas a principios de los años 90, Geotronics AB introdujo en el mercado el Geodimeter System 4000, el primer modelo de estación total robótica. El sistema consiste en una estación total con servo motor de rastreo y una unidad de control remoto de posicionamiento que controla la estación total como un emisor y recolector de datos. Tanto la estación como la unidad de control remoto se conectan por medio de ondas de radio, por lo que es posible trabajar en la oscuridad.

Una vez puesta en estación, la estación total es orientada colimando un punto de referencia conocido y por medio de un botón se transfiere el control de la estación a la unidad de control remoto de posicionamiento. A partir de este momento, el operador se puede desplazar dentro del área de trabajo con la unidad de control remoto, recolectando los datos. Las estaciones robóticas vienen con programas de aplicación incorporados que junto con las características mencionadas previamente; permiten tanto en los trabajos de levantamiento como en los de replanteo, la operación del sistema por una sola persona.

En la actualidad, ya sea por la utilización de Estaciones Totales o por posicionamiento satelital GPS, la determinación es de carácter espacial. En el primer caso por la determinación de las coordenadas X, Y, Z a partir de la

medición de ángulos y distancias. En el segundo caso por la determinación de diferencia de coordenadas. Es decir que siempre se trata de determinaciones vectoriales cuyo primer resultado es un conjunto de coordenadas espaciales. *La forma más frecuente de volcar esta información es mediante el modelo digital del terreno (MDT).* Veamos que sucede en una taquimetría electrónica: Las actuales Estaciones Totales disponen de alcances asombrosos. Con un prisma los distanciómetros infrarrojos superan los 3.500m y con un distanciómetro LASER los 5.000m. Sin embargo si bien estos alcances pueden resultar sumamente cómodos en lugares y casos donde sólo interese el aspecto planimétrico, cuando se trate de realizar taquimetría electrónica, no conviene superar los 500 m debido a problemas inherentes a la refracción atmosférica.

2.16 MODELOS DE ESTACION TOTAL

Hasta hace poco, los tránsitos y los teodolitos eran los instrumentos de topografía de uso más común para hacer mediciones de ángulos. Estos dos aparatos eran fundamentalmente equivalentes y podían desempeñar básicamente las mismas funciones. Actualmente, el instrumento de estación total ha reemplazado a todos los tránsitos y los teodolitos con excepción de unos cuantos. Los instrumentos de estación total pueden desempeñar todas las tareas que podían hacerse con los tránsitos y los teodolitos, y hacerlas con mucha más eficiencia. Además, pueden medir distancias con exactitud y rapidez. Asimismo, esos instrumentos de estación total pueden efectuar cálculos con las mediciones de ángulos y distancias y exhibir los resultados en tiempo real. Estas y muchas otras ventajas significativas han hecho de las estaciones totales los instrumentos predominantes que se usan en la práctica topográfica actualmente. Se usan para todo tipo de levantamiento incluyendo levantamientos topográficos, hidrográficos, catastrales y de construcción.

2.16.1 Funciones Que Realizan Los Instrumentos De Estación Total

Los instrumentos de estación total, con sus microprocesadores, pueden efectuar varias funciones y cálculos, dependiendo de cómo estén programados. La mayoría

son capaces de ayudar a un operador, paso a paso, a través de los diferentes tipos de operaciones básicas de un levantamiento. Después de seleccionar el tipo de levantamiento en un menú, automáticamente aparecerán en la pantalla sugerencias o indicaciones para guiar al operador en cada paso.

Además de proporcionar ayuda al operador, los microprocesadores de las estaciones totales pueden realizar numerosos tipos de cálculos. Las capacidades varían según las capacidades de los diferentes instrumentos, pero algunos cálculos estándar son: **1)** obtención de promedios de mediciones múltiples angulares y de distancias; **2)** corrección electrónica de distancias medidas por constantes de prismas, presión atmosférica y temperatura; **3)** correcciones por curvatura y refracción de elevaciones determinadas por nivelación trigonométrica; **4)** reducción de las distancias inclinadas a sus componentes horizontal y vertical; **5)** cálculo de elevaciones de puntos a partir de las componentes de distancias verticales (las cuales se complementan con entradas por medio del teclado de las alturas del instrumento y del reflector), y **6)** cálculo de la coordenadas de los puntos del levantamiento a partir de las componentes de distancia y ángulos horizontales (que se complementa con entrada por medio del teclado de las coordenadas de la estación ocupadas y de un acimut de referencia).

Muchas estaciones totales, aunque no todas, son también capaces de efectuar correcciones en los ángulos horizontales y verticales medidos cuando hay de por medio varios errores instrumentales. Por ejemplo, por medio de un simple proceso de calibración, el *error de índice* del círculo vertical puede determinarse, almacenarse en el microprocesador y luego aplicarse automáticamente una corrección cada vez que se mide un ángulo cenital. Un procedimiento similar de calibración y de corrección se aplica a los errores que existen en los ángulos horizontales debido a ciertas imperfecciones del instrumento. Algunas estaciones totales son también capaces de corregir errores personales, tal como lo sería una nivelación incorrecta del instrumento. Por medio de mecanismos sensibles al grado de inclinación, estos instrumentos miden automáticamente la magnitud y

dirección del desnivel y luego hacen correcciones a los ángulos horizontales y verticales medidos en esta condición.

ESTACIONES TOTALES DE LA SERIE NIVO; NIVO2.C, NIVO3.C Y NIVO5.C



Figura 2.10 Estación Total Serie Nivo

Unidad principal

Telescopio	
Longitud del tubo	125 mm (4,91 pulg.)
Aumentos	30x

Diámetro efectivo del objetivo	
Nivo2.C	40 mm (1,57 pulg.) MED 45 mm (1,77 pulg.)
Nivo3.C/Nivo5.C	45 mm (1,77 pulg.) MED 50 mm (1,97 pulg.)
Imagen	Vertical
Campo visual	1°20' 2,3 m a 100 m (2,3 pies a 100 pies)
Potencia de resolución	3,0"
Distancia de enfoque	1,5 m al infinito (4,92 pies al infinito)

Rango de medición

Las distancias inferiores a 1,5 m (4,92 pies) no pueden medirse con este MED.

Alcance de medición sin niebla, visibilidad de más de 40 km (25 millas).

Nivo2.C	
Modo Prisma	
Diana reflectante (5 cm x 5 cm)	270 m (886 pies)
Con prisma estándar (1P)	3.000 m (9.840 pies)
Modo sin reflector	
Objetivo de referencia	300 m (984 pies)

Nivo3.C/Nivo5.C	
Modo Prisma	
Diana reflectante (5 cm x 5 cm)	300 m (984 pies)
Prisma estándar (1P)	5.000 m (16.400 pies)
Modo sin reflector	
Objetivo de referencia	300 m (984 pies)

- El objetivo no debe recibir luz solar directa.
- El “Objetivo de referencia” es un material blanco, muy reflectante. (Tarjeta KGC con un nivel de reflexión del 90%)
- La distancia de medición máxima de la Nivo2.C es de 500 m en el modo Sin Reflector

Precisión en distancia

Nivo2.C

Modo Preciso	
Prisma	$\pm (2 + 2 \text{ ppm} \times D) \text{ mm}$ ($-20 \text{ }^\circ\text{C}$ a $+50 \text{ }^\circ\text{C}$)
Sin reflector	$\pm (3 + 2 \text{ ppm} \times D) \text{ mm}$ ($-20 \text{ }^\circ\text{C}$ a $+50 \text{ }^\circ\text{C}$)
Modo Normal	
Prisma	$\pm (10 + 5 \text{ ppm} \times D) \text{ mm}$
Sin reflector	$\pm (10 + 5 \text{ ppm} \times D) \text{ mm}$

ISO17123-4 para la medición con Prisma

Nivo3.C/Nivo5.C

Modo Preciso	
Prisma	$\pm (3 + 2 \text{ ppm} \times D) \text{ mm}$ ($-10 \text{ }^\circ\text{C}$ a $+40 \text{ }^\circ\text{C}$)
	$\pm (3 + 3 \text{ ppm} \times D) \text{ mm}$ ($-20 \text{ }^\circ\text{C}$ a $-10 \text{ }^\circ\text{C}$, $+40 \text{ }^\circ\text{C}$ a $+50 \text{ }^\circ\text{C}$)
Sin reflector	$\pm (3 + 2 \text{ ppm} \times D) \text{ mm}$ ($-10 \text{ }^\circ\text{C}$ a $+40 \text{ }^\circ\text{C}$)
	$\pm (3 + 3 \text{ ppm} \times D) \text{ mm}$ ($-20 \text{ }^\circ\text{C}$ a $-10 \text{ }^\circ\text{C}$, $+40 \text{ }^\circ\text{C}$ a $+50 \text{ }^\circ\text{C}$)
Modo Normal	
Prisma	$\pm (10 + 5 \text{ ppm} \times D) \text{ mm}$
Sin reflector	$\pm (10 + 5 \text{ ppm} \times D) \text{ mm}$

Intervalos de medición

Los intervalos de medición varían con la distancia de medición o con las condiciones climatológicas.

Para la medición inicial, puede tardar algunos segundos.

Nivo2.C

Modo Preciso	
Prisma	1,6 seg.
Sin reflector	2,1 seg.
Modo Normal	
Prisma	1,2 seg.
Sin reflector	1,2 seg.
Corrección de la distancia al eje del prisma	-999 mm a +999 mm (incrementos de 1 mm)

Nivo3.C/Nivo5.C

Modo Preciso	
Prisma	1,5 seg.
Sin reflector	1,8 seg.
Modo Normal	
Prisma	0,8 seg.
Sin reflector	1,0 seg.
Corrección de la distancia al eje del prisma	-999 mm a +999 mm (incrementos de 1 mm)

Medición de ángulos

Sistema de lectura	Codificador absoluto
	Lectura diamétrica en AH/AV

Incremento mínimo de visualización

360°	1"/5"/10"
400G	0,2 mgon/1 mgon/2 mgon
MIL6400	0,005 MIL/0,02 MIL/0,05 MIL

Precisión DIN18723

Nivo2.C	2"/0,6 mgon
Nivo3.C	3"/1,0 mgon
Nivo5.C	5"/1,5 mgon

Sensor de inclinación

Método	Detección líquida-eléctrica (eje doble)
Rango de compensación	±3'

Tornillo tangencial

Tipo	Movimiento fino sin fin mediante embrague de fricción
-------------	---

Nivel

Nivel electrónico	Se muestra en la pantalla
Tubo del nivel esférico	Sensibilidad de 10'/2 mm

Plomada óptica

Imagen	Vertical
Aumentos	3x
Campo visual	5°
Distancia de enfoque	0,5 m (1,6 pies) al infinito

Plomada Láser Opcional

Longitud de onda	635 nm
Clase láser	Clase 2
Rango de enfoque	∞
Diámetro láser	Aprox. 2 mm

Pantalla y teclado

Pantalla cara derecha	QVGA, LCD TFT en color de 16 bits, con retro iluminación (320 x 240 píxeles)
Pantalla cara izquierda	LCD gráfica con retro iluminación (128 x 64 píxeles)
Teclas pantalla cara derecha	14 teclas
Teclas pantalla cara izquierda	4 teclas

Conexiones en el instrumento

Comunicaciones

RS-232C	Máxima velocidad en baudios de 38400 bps asincrónica
USB host y cliente	Clase 2 Bluetooth 2.0 EDR+
Voltaje de entrada de la fuente de alimentación externa	Entre 4,5 V y 5,2 V DC

Paquete de baterías

Voltaje de salida	3,8 V DC recargable
--------------------------	---------------------

Tiempo de funcionamiento continuo

Nivo2.C	
Medición continua de ángulo/distancia	aprox 12 horas
Medición continua de ángulo/distancia cada 30 segundos	aprox 26 horas
Medición continua de ángulo	aprox 28 horas
Nivo3.C/Nivo5.C	
Medición continua de ángulo/distancia	aprox 7,5 horas
Medición continua de ángulo/distancia cada 30 segundos	aprox 16 horas
Medición continua de ángulo	aprox 20 horas

Probado a 25 °C (temperatura nominal). El tiempo de funcionamiento puede variar según la condición y deterioro de la batería.

Rendimiento en relación al medioambiente

Rango de temperatura de Funcionamiento	Entre -20 °C y +50 °C (entre -4 °F y +122 °F)
Rango de temperatura de almacenamiento	Entre -25 °C y +60 °C (entre -13 °F y +140 °F)

2.17 PARTES PRINCIPALES DE LA ESTACIÓN TOTAL



Figura 2.11 Partes Principales de la Estación Total

La parte superior del instrumento de estación total, llamada *alidada*, incluye el anteojo, los círculos graduados y todos los demás elementos necesarios para medir ángulos y distancias.

Los *anteojos* son cortos, tienen retículas grabadas en vidrio, y están dotados de miras de rifle o colimadores para su apuntamiento aproximado. La mayoría de los anteojos tienen dos controles de enfoque. El control de la lente del objetivo se usa para enfocar el objeto que se está visando. El control de la pieza ocular se usa para enfocar la retícula. Si no coincide el enfocamiento de las dos lentes, existirá una condición conocida como *paralaje*. La paralaje es el movimiento aparente de un objeto causado por un movimiento de la posición del ojo del observador. La existencia de paralaje puede observarse variando rápida y ligeramente la posición del ojo y observando el movimiento del objeto en relación con los hilos de la retícula. El ajuste cuidadoso de la pieza ocular y de la lente del objetivo conducirá a una imagen nítida tanto del objeto como de los hilos de la retícula sin paralaje visible. Como el ojo tiende a cansarse por el uso, la presencia de la paralaje deberá verificarse a lo largo del día.

1. El sistema de medición de ángulos funciona al pasar un haz de luz a través de graduaciones con espaciamiento muy fino. Para la medición de ángulos horizontales, se montan paralelamente dos círculos de vidrio dentro de la alidada, uno encima del otro, con un ligero espaciamiento entre ellos. Después que ha sido nivelado el instrumento, los círculos deberán estar en planos horizontales. El *rotor* (círculo inferior) contiene un patrón de líneas oscuras y espacios claros alternos igualmente divididos. El *estator* (círculo superior) contiene un patrón con forma de ranura y es equidistante al círculo del rotor. Un diodo emisor de luz (LED) dirige luz colimada a través de los círculos desde abajo hacia una celda foto detectora arriba. Una estación total moderna puede tener hasta 20,000 graduaciones.
2. El círculo vertical de la mayoría de los instrumentos de estación total está relacionado con precisión respecto a la dirección de la gravedad por un compensador automático. Estos dispositivos son similares a los que se usan en los niveles automáticos. Así las lecturas en el círculo vertical son en realidad ángulos cenitales, es decir, que se lee 0° cuando el anteojo apunta verticalmente hacia arriba, y se leen ya sea 90° o 270° cuando esta horizontal. Conforme le sea ordenado, el microprocesador puede convertir

ángulos cenitales a ángulos verticales. El movimiento vertical, que contiene un tornillo de fijación y tangencial, permite que se libere el anteojo de modo que pueda girar alrededor del eje horizontal, o fijarse para evitar que gire. Para visar un punto, el movimiento puede liberarse y el anteojo puede inclinarse hacia arriba o hacia abajo alrededor del eje horizontal tanto como sea necesario hasta la posición aproximada necesaria para visar un punto. Entonces el tornillo se aprieta, y se termina el movimiento lento de ajuste usando el tornillo tangencial vertical. En las estaciones totales robóticas el tornillo de fijación y tangencial se reemplaza con un mecanismo de recorrido basculante. Este mecanismo activa un motor interno servo-impulsado que hace rotar al anteojo alrededor de su eje horizontal. La velocidad de rotación del mecanismo determina la velocidad de rotación del anteojo.

3. La rotación del anteojo alrededor del eje vertical ocurre dentro de un cilindro de acero o sobre cojinetes de precisión, o una combinación de ambos. El movimiento horizontal, que también contiene un tornillo de fijación y tangencial, controla esta rotación. La rotación puede impedirse al apretar el tornillo. Para visar un punto, se libera el movimiento y el anteojo gira conforme al acimut de la dirección aproximada deseada, y el tornillo se fija nuevamente. Entonces el tornillo horizontal permite que se haga un ajuste fino en la dirección del apuntamiento.

Similarmente al movimiento vertical en las estaciones totales servo-impulsadas, el tornillo horizontal tangencial y de fijación se reemplaza con un mecanismo de recorrido basculante que activa un servo-impulso interno para hacer rotar al instrumento alrededor de su eje vertical. Nuevamente la velocidad de rotación del mecanismo determina la velocidad de rotación del instrumento.

4. El *tribraco* consiste en tres tornillos o levas de nivelación, un nivel circular, un dispositivo de fijación para asegurar la base de la estación total o los accesorios, y cuerdas para atornillar el tribraco al cabezal del trípode. Algunos tribracos también tienen plomadas ópticas integradas para permitir el centrado de accesorios sobre un punto sin el instrumento.

5. Las bases de las estaciones totales frecuentemente se diseñan para permitir el intercambio del instrumento con señales de mira y prismas en tribracos sin perturbar el centrado previamente establecido sobre los puntos del levantamiento. Esto puede ahorrar una gran cantidad de tiempo. La mayoría de los fabricantes usan una disposición estandarizada de "tres postes" para permitir la intercambiabilidad entre los diferentes instrumentos y accesorios.
6. Una plomada óptica, incorporada ya sea en el tribraco o la alidada de los instrumentos de estación total, permite un centrado exacto sobre un punto. Aunque cualquiera de los dos tipos permite un centrado exacto, se obtiene una mejor exactitud con aquellos que son partes de la alidada del instrumento. La plomada óptica provee una línea visual que se dirige hacia abajo, colineal con el eje vertical del instrumento. Pero el instrumento de estación total o tribraco debe alinearse primero para que la línea visual sea vertical. En los instrumentos más nuevos, las plomadas laser han reemplazado la plomada óptica. Este dispositivo produce un haz de luz láser que coincide con el eje vertical del instrumento. Ya que no se requiere del enfocamiento del objetivo ni de la lente de la pieza ocular con una plomada laser, esta opción incrementara tanto la velocidad como la exactitud de los emplazamientos. Sin embargo, el punto de laser puede ser difícil de ver en la brillante luz solar.
7. Cuando se usan, los instrumentos de estación total se colocan sobre tripies. Los tripies son del tipo de bastidor ancho, y la mayoría de ellos tienen patas ajustables. Su composición principal puede ser de madera, metal o fibra de vidrio.

El *microprocesador* suministra varias ventajas significativas a los topógrafos. Como por ejemplo a) los círculos pueden ponerse instantáneamente en ceros apretando simplemente un botón, o bien, pueden inicializarse a cualquier valor con el teclado (esto es muy útil para fijar un acimut de referencia para una lectura hacia atrás); b) los ángulos pueden medirse en valores presentes, ya sea hacia la izquierda o hacia la derecha

2.18 MODELOS DE COLECTOR

Los avances de los últimos años en la tecnología de las computadoras han conducido a la utilización de sistemas automatizados de registro de datos de campo. Estos dispositivos son del tamaño de una calculadora de bolsillo y son producidos por un gran número de fabricantes. Están disponibles con diversas características y capacidades.

Los colectores de datos se pueden conectar en interface con instrumentos de topografía modernos y cuando se hace de esta manera, es posible recibir y almacenar datos automáticamente en una computadora, en archivos compatible con las mediciones que se han tomado. El control de las mediciones y las operaciones de almacenamiento se efectúa con el teclado del colector de datos. Para aclarar sus notas, el operador ingresa notas de identificación y descripción junto con las mediciones conforme éstas se registran automáticamente. Al terminar el trabajo, o al finalizar el día, los archivos se transfieren directamente a la computadora para su posterior procesamiento.

Al usar colectores automáticos de datos, la información preliminar como fecha, condiciones atmosféricas, tiempo, número de serie del instrumento, etc., se incorpora manualmente al archivo utilizando el teclado. Para ciertos tipos de levantamientos se programa el microprocesador interno del colector de datos para seguir una secuencia específica de pasos. El operador identifica en un menú o mediante un código el tipo de levantamiento que debe efectuarse, y luego sigue las instrucciones que aparecen en la pantalla de la unidad electrónica. Entonces, paso a paso, el operador puede a) introducir datos “externos” que incluyen nombres de estaciones, descripciones o cualquier otra información, o b) presionar una tecla para iniciar el registro automático de los valores medidos.

Los colectores de datos almacenan información en formato binario o bien ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*). El formato binario es más rápido y compacto, pero generalmente los datos deben convertirse a ASCII antes de poderlos leer o editar. La mayoría de los colectores de datos permiten al

operador recorrer continuamente en la pantalla los datos almacenados, exhibiéndolos en la pantalla para su revisión y edición, cuando el operador se encuentra aún en el campo. Las estructuras organizativas usadas por los diferentes colectores de datos para almacenar información varían considerablemente de un fabricante a otro. Todos siguen reglas específicas, y una vez entendidas éstas, el personal de campo y de oficina puede interpretar fácilmente los datos. La desventaja de tener diversas estructuras de datos de distintos fabricantes es que debe aprenderse un sistema nuevo con cada instrumento de diferente marca. Se han hecho esfuerzos por estandarizar las estructuras de datos. Por ejemplo, el *Survey Data Management System (SDMS)*, ha sido adoptado por la **AASHTO** (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) y se recomienda para todos los trabajos topográficos relacionados con la construcción de carreteras.

La mayoría de los fabricantes de equipo topográfico moderno han ideado colectores de datos específicamente para ser conectados en interface con sus otros instrumentos, pero algunos son flexibles. Un ejemplo es el colector automático de datos Sokkia SDR 33. Esta unidad, aunque fabricada para entrar en interface con instrumentos Sokkia, puede adaptarse a algunos otros. Además de servir como colector de datos, el SDR 33 también funciona como computadora de mano y es capaz de ejecutar directamente en el campo una gran variedad de cálculos, con el consiguiente ahorro de tiempo.

Algunos colectores de datos automáticos también pueden operarse como libretas de campo electrónicas. En este modo, el colector no está en interface con un instrumento topográfico. En vez de escribir a mano los datos en una libreta de campo, el anotador introduce manualmente las medidas, tecleando en el colector después de que se hacen las lecturas. Esto tiene la ventaja de permitir que las notas de campo se graben directamente con un formato de computadoras y queden listas para su posterior procesamiento, aun cuando los instrumentos topográficos usados sean viejos y no se puedan poner en interface con los colectores de datos. Sin embargo, los colectores de datos muestran su eficiencia

máxima cuando se conectan en interface con instrumentos topográficos que tienen capacidad de lectura automática, como las estaciones totales, y se hacen funcionar en la modalidad de recolección automática de datos.

2.18.1 Ventajas Y Desventajas De Los Colectores De Datos

Las principales ventajas de los sistemas automáticos de recolección de datos son que: **1)** desaparecen las posibles equivocaciones en la lectura y registro manual de las mediciones de campo, y **2)** se reduce considerablemente el tiempo de procesamiento, exhibición y archivo de las notas de campo en oficina. Los sistemas que incorporan computadoras pueden ejecutar algunos programas en el campo, lo que además es una ventaja significativa. Por ejemplo, los datos de un levantamiento pueden corregirse en lo que respecta a errores sistemáticos, y asimismo es posible calcular los errores de cierre, lo que permite verificar que una poligonal cierra correctamente antes de que la brigada de trabajo abandone el campo.

Los colectores de datos tienen su mayor utilidad cuando debe registrarse una gran cantidad de información, por ejemplo, en levantamientos topográficos o en seccionamientos transversales.

Aunque los colectores de datos tienen muchas ventajas, también presentan algunos peligros y problemas. Por ejemplo, existe el peligro de que los datos se borren accidentalmente o que se pierdan por un mal funcionamiento de la unidad. Se presentan también algunas dificultades por el hecho de que no pueden grabarse los croquis en la computadora; sin embargo, este problema puede superarse complementando los archivos con croquis hechos simultáneamente con las mediciones que incluyan códigos de campo. Estos códigos de campo pueden instruir al software de dibujo para que trace un mapa de los datos que este completo con líneas, curvas y simbología cartográfica.

Los colectores de datos son producidos por un gran número de fabricantes. Estos instrumentos deben ser capaces de transmitir datos a través de varios dispositivos electrónicos de los sistemas modernos de topografía. Como a veces los

dispositivos electrónicos varían considerablemente de una marca a otra, es muy importante cerciorarse de que al comprar un colector de datos éste sea adaptable o compatible con el equipo que ya se tiene o que se piensa adquirir en el futuro.

2.18.2 Colectores TDS Ranger 300x Y 500x



Figura 2.12 Colector TDS
Ranger 300X

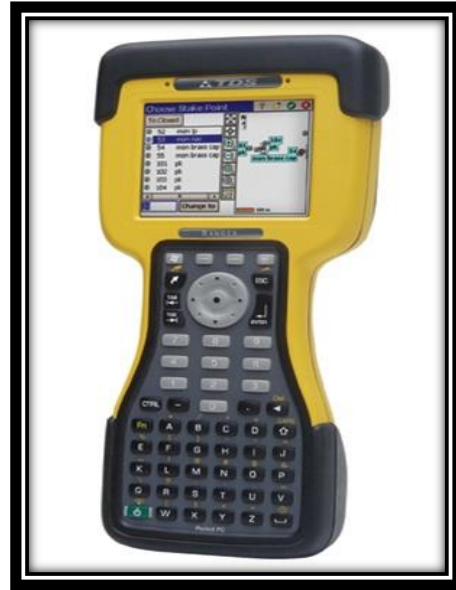


Figura 2.13 Colector TDS
Ranger 500X

La coleccionadora de datos Ranger de Tipo Data Systems (TDS) es la más inteligente y resistente de la familia TDS. Cargada con características adicionales entre las que figura el sistema operativo Windows Mobile 6.0, la nueva generación de colectores TDS Ranger posee características mejoradas, como robustez, batería de larga duración para aprox. 30 horas y un teclado fácil de usar y de pantalla táctil.

Principales características.

- Comunicación inalámbrica.

Tiene la capacidad de la comunicación inalámbrica vía Bluetooth, de manera que puede conectarse a su equipo de campo sin estorbosos cables. Cuenta con 1 ranura (slot) para recibir tarjetas Compact Flash que le permiten añadir

dispositivos GPS, GPRS, cámaras digitales, escáner de códigos de barras y otros dispositivos CF. La ranura (slot) de Seguridad Digital (SD) le permite aumentar el almacenamiento de datos para manejar archivos de trabajo más grandes.

Windows Mobile 6

El Microsoft Windows Mobile 6.0 es el sistema operativo de la colectora Ranger que permite ejecutar todos sus programas preferidos incluyendo PowerPoint, Excel, Word y Outlook. Tome ventaja de la capacidad de ejecutar miles de programas de cómputo diseñados para este sistema operativo.

- Resistente.

La colectora cumple perfectamente con la norma MIL-STD-810F para caídas, vibraciones, humedad, altitud y temperaturas extremas. Es totalmente impermeable al agua y al polvo según la norma IP67 lo que mantiene sus datos a salvo en caso de cualquier contingencia. Para trabajos que requieren de colectores robustos que permitan una recolección de datos muy eficiente, la Colectora Ranger de TDS es el camino a seguir.

- Ranuras de expansión (SLOTS)

La Ranger tiene dos ranuras Compact Flash que le permiten añadir dispositivos GPS, GPRS, escáner de códigos de barras y otros dispositivos CF. Utilice el slot Secure Digital (SD) para añadir almacenamiento de datos y dispositivos SDIO

- Batería PowerBoot Module

Una batería de litio-ion que mantiene operativa la colectora día tras día. Con el uso normal, proporciona 30 horas de energía. El tiempo de recarga se reduce significativamente a 4.5 horas para la recarga completa y dos horas para el 80% de recarga.

La Ranger ahora viene en dos modelos que pueden conectarse a cualquier marca de instrumento, Estación total GPS, Estación total topográfica y Estación total robótica:

- La 300X cuenta con procesador a 312 MHz, 64 MB de memoria en SDRAM y 256 MB en tarjeta Flash.
- La 500X cuenta con procesador a 520 MHz, 128 MB de memoria en SDRAM y 256 MB en tarjeta Flash.

2.18.3 Colector TDS Recon



Figura 2.14 Colector TDS Recon

El colector Recon de Tripod Data Systems añade nuevas capacidades para ayudarle a ser aún más productivo en el campo.

Principales características:

- Con la colector Recon, es fácil de hacer conexiones en el campo ya que mediante la tecnología Bluetooth le permite estar siempre conectado con el

instrumento o conectarse a periféricos móviles sin cables, mientras que su capacidad de comunicación inalámbrica le da acceso a redes de área local, e-mail e Internet para transferencia de datos.

- Cuenta con dos ranuras (slots) Compact Flash que le permitirán añadir otros dispositivos como GPS, cámaras digitales y escáneres de códigos de barras (solo el modelo Recon 400X).
- Incluye el Microsoft Windows Mobile 6.0 como software operativo que permite ejecutar las aplicaciones más populares incluyendo su calendario, correo electrónico además de las versiones Móvil de Word, Excel y PowerPoint.
- Puede suministrarse con el Software Survey Pro ideal para topógrafos ya que el Survey Pro es ahora aún más accesible. Ejecutando el Survey Pro versión 4 le proporciona a todos aquellos usuarios de la antigua 48GX de HP una buena opción para actualizar su colectora a un precio muy atractivo
- Cumple con la estricta norma militar MIL-STD-810F para caídas, vibraciones, humedad, altitud y temperaturas extremas y con la norma IP67 que garantiza que está totalmente sellada para continuar trabajando aún en las condiciones más hostiles lo que la hace totalmente impermeable al agua y al polvo. Diversas pruebas han mostrado que usted puede sumergir su colectora en agua a un metro de profundidad hasta por 30 minutos y continuar operando normalmente
- La Recon cuenta con un procesador Intel XScale de 200 MHz o 400 MHz , una mejora pantalla táctil a color y un micrófono incorporado con altavoz. Y para mantener su información segura, la Recon emplea un diseño robusto y altamente desarrollado.
- Contiene una batería recargable de NiMh larga duración que le proporciona hasta 15 horas de trabajo continuo, más que un día típico de trabajo. De manera

opcional, puede adquirir un módulo de baterías para uso de pilas alcalinas o de litio tamaño comercial AA con las que podrá trabajar hasta 16 horas continuas. Esta solución es perfecta como respaldo para trabajar en lugares donde es imposible contar con una conexión eléctrica.

Seleccione alguna de las 2 versiones disponibles: el modelo Recon NX con 128 MB de memoria RAM Flash y sin ranuras Compact Flash, o el modelo Recon 400X con 256 MB de memoria RAM Flash.

2.18.4 Colector Fc-100 Topcon

Compacta, ultra brillante, sellado y resistentes computadoras de campo. Las exigencias de campo moderno de recolección de datos y el control han cambiado dramáticamente en los últimos años y la tecnología no muestra signos de desaceleración. Los equipos de campo Topcon nuevos, están diseñados para satisfacer estas demandas de alta tecnología, así como el rendimiento en circunstancias difíciles al aire libre.

Los equipos de campo de Topcon tienen el sistema operativo Windows CE en la construcción, en un color brillante, pantalla táctil que hace que los datos de campo para ver la clara y de fácil acceso. La batería extraíble de litio proporciona hasta 20 horas de funcionamiento y con la conectividad inalámbrica Bluetooth opcional, los equipos de campo Topcon pueden conectarse a los sistemas modernos de capacidad de red inalámbrica.



Figura 2.15 Colector FC-100

- A todo color 320x240 pantalla táctil QVGA de retrato
- Alta velocidad de procesador de 400MHz
- 128 MB de memoria interna

- 10 teclados con la tecnología de teclado inteligente
- Li-Ion recargable de 20 horas de batería
- Windows CE.NET 4.2 del sistema operativo

ESPECIFICACIONES DEL COLECTOR FC-100 TOPCON

	fc 100
Microprocesador	Intel PXA255 X-scale
Velocidad del microprocesador	400 MHz
Sistema Operativo	WindowsCE.Net 4.2
Memoria	64 MB RAM
	ROM: 128MB (memoria interna)
Puertos de datos de tarjetas	flash compactado
	SD Media Card
Compatible con Bluetooth	SI
pantalla	320x240 QVGA (retrato en color)
Color legible bajo la luz solar	3.5" TFT tipo transreflectiva
Iluminación	La luz de fondo LED
Teclado	10 del teclado con el teclado inteligente
	tecnología incorporada en TopSURV
Pluma de pantalla táctil	Pantalla táctil resistiva
	La digitalización pluma pasiva
Interfaz	RS-232C (D-sub de 9)
	USB (tipo mini B) Versión 1.1
Audio	Sellado del altavoz (mono)
	Micrófono sellado
Ambiente	IP-66
	(basado en la norma IEC 60529)

Protección contra los choques	Diseñado para proteger la caída en el nivel difícil Superficie de 1,0 metros por encima del suelo.
EMC	CE, FCC
Temperatura de funcionamiento	-20° C a +50° C
Temperatura de almacenamiento	-30° C a +60° C
Baterías	Extraíble de iones de litio recargable del sistema
	7.4V 2200mAh
	(esta batería no contiene mercurio)
Tiempo de funcionamiento	20 horas + sola batería (uso normal)
	40 horas con luz de fondo
Tiempo de carga	Aprox. 3 horas con BC-30
	Aprox. 5 horas con AD-7C
Dimensiones	182 mm x 102.8 mm x 58.3 mm
Peso	Menos de 500 gram (incluyendo la batería)

2.18.5 Colector Fc- 2000

- 56 teclado alfanumérico
- A todo color 320x240 pantalla táctil QVGA de paisaje
- Procesador de 400 MHz
- 128 MB de memoria interna
- Windows CE.NET 4.2 del sistema operativo
- Batería Li-Ion recargable

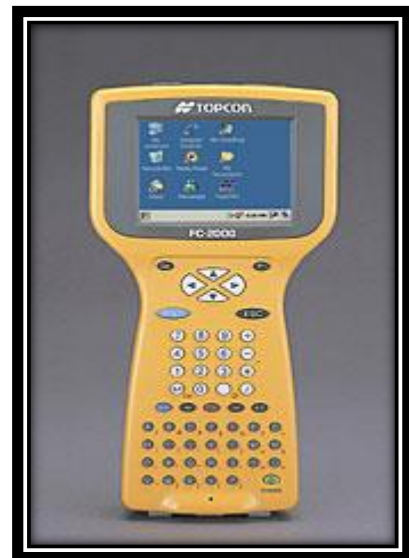


Figura 2.16 Colector FC-2000

ESPECIFICACIONES DEL COLECTOR FC – 2000 TOPCON

	Fc- 2000
Microprocesador	Intel PXA255 X-scale
Velocidad del microprocesador	400 MHz
Sistema Operativo	WindowsCE.Net 4.2
Memoria	64 MB RAM
	ROM: 128MB (memoria interna)
Puertos de datos de tarjetas	flash compactado
Compatible con Bluetooth	SI
pantalla	320x240 QVGA (paisaje de color)
Color legible bajo la luz solar	3.5" TFT tipo transreflectiva
Iluminación	La luz de fondo LED
Teclado	56 teclas alfanuméricas del teclado
Pluma de pantalla táctil	Pantalla táctil resistiva
	La digitalización pluma pasiva
Interfaz	RS-232C (D-sub de 9)
	RS-232C (6 pines)
	USB (tipo mini B) Versión 1.1
Audio	Sellado del altavoz (mono)
	Micrófono sellado
Ambiente	IP-66
	(basado en la norma IEC 60529)
Protección contra los choques	Diseñado para proteger la caída en el nivel difícil
	Superficie de 1,0 metros por encima del suelo.
Emc	CE, FCC
Temperatura de funcionamiento	-20° C a +50° C

Temperatura de almacenamiento	-30° C a +60° C
Baterías	Extraíble de iones de litio recargable del sistema
	7.4V 2200mAh
	(esta batería no contiene mercurio)
Tiempo de funcionamiento	20 horas + sola batería (uso normal)
	40 horas con luz de fondo
Tiempo de carga	Aprox. 3 horas con BC-30
	Aprox. 5 horas con AD-7C
Dimensiones	255 mm x 130 mm x 61 mm
Peso	800 gram (incluyendo la batería)

2.18.6 COLECTOR FC – 250 TOPCON

- Procesador de 806MHz
- Windows Mobile 6.5 del sistema operativo
- Vivo de video capaz - perfecto para su uso con Topcon es la estación de creación de imágenes
- RS-1 de radio capaz
- Diseño compacto y robusto
- Fácil acceso Compact Flash y SD ranuras para tarjetas de medios a entregar expansión de memoria y opciones de conectividad
- Construido en tecnología inalámbrica Bluetooth y Wi-Fi
- Carga de las pilas de Li-on
- Ultra-brillante, TFT, pantalla a color de pantalla táctil



Figura 2.17 Colector FC-250

ESPECIFICACIONES DEL COLECTOR FC-250 TOPCON

	FC-250
Microprocesador	Marvel PXA320
Velocidad del microprocesador	806 MHz
Sistema Operativo	Microsoft Windows Mobile 6.5
Memoria	DDR SDRAM 256MB
	Memoria flash 1 MB
	ROM: 128MB (memoria interna)
Interfaz	Serie: D-sub de 9 pines
	SB: (2 puertos) USB rev 1.1 (tipo Mini-B y tipo A)
	Ranura para tarjeta: SD (Memoria y E / S)
	Compact Flash (memoria y E / S)
Compatible con Bluetooth	SI
Wireless LAN	Sí (802.11b / g)
Pantalla LCD	640 x 480 VGA (retrato)
Color legible bajo luz solar	3,7 pulgadas a color TFT de tipo transparente
Luz de fondo	Luz de fondo (LED)
Pantalla Táctil	Pantalla táctil resistiva / pasivo
Teclado	7 teclas teclado inteligente
Energía Externa	SI
Audio	Sellado del Altavoz (mono)
Micrófono Sellado	SI
Ambiente	IP-66
Temperatura de funcionamiento	-4 ° F a 122 ° F (-20 ° C a +50 ° C)
Dimensiones	(196 x 107 x 61)mm
Peso	1.5 lbs
Baterías	De Li-ion
	La batería interna recargable de reserva

Operación (batería principal)	No menos de 10 horas sin comunicación
	No menos de 8 horas con Bluetooth
	No menos de 6 horas con WiFi

2.18.7 COLECTOR FC-236 TOPCON

- MIL-STD-810G e IP67 de cumplimiento
- Microsoft Windows Mobile
- Marvell PXA310 806MHz de procesador
- Integrada inalámbrica Bluetooth y conectividad celular 3.5G
- Diseño altamente resistente
- Incorporado de alta sensibilidad receptor GPS
- 3 megapíxeles de enfoque automático Cámara

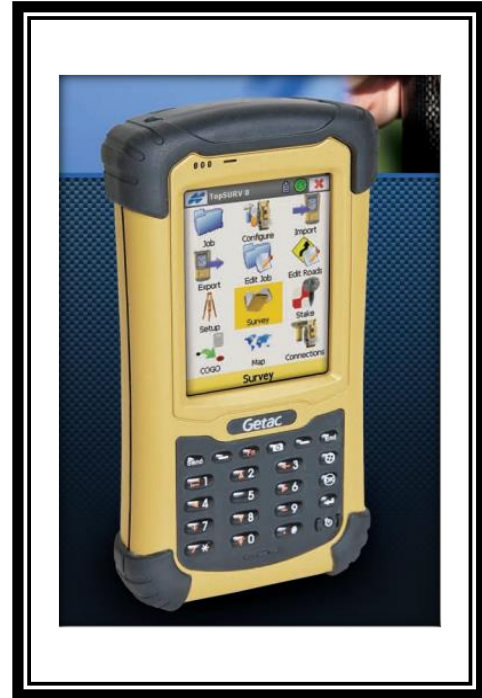


Figura 2.18 Colector FC-236 TOPCON

ESPECIFICACIONES DEL COLECTOR FC-236 TOPCON

	FC-236
COMPUTADOR	
CPU	806Mhz
OS	Microsoft Windows 6.1
Memoria	256MB NAND Flash de 4 GB y iNAND
Pantalla	3.5" VGA (480X640píxeles) , transreflectiva de la luz del sol legible pantalla, pantalla táctil sensible a la presión

Teclado	LAN inalámbrica 802.11 b / g Bluetooth ® (v2.0 + EDR Clase 2) USB tipo Mini-B (Host 1.1/Client 2.0, para ser cambiado por software) SD / SDHC Ranura para tarjeta (hasta 16GB SDHC)
SENSOR INTEGRADO	
Tipo de GPS	Chipset SiRF starll, GPS L1 (C/A)
Precisión horizontal (RMS) * 1	DGPS * 2: 1 m 3 m (3,3 'y 9,9'), Punto de posicionamiento: 5 m (16,4 ')
Cámara incorporada	3 megapíxeles, cámara de enfoque automático
Otros sensores	Brújula electrónica, altímetro
AMBIENTE	
Protección contra el agua y polvo	IP67
Temperatura de funcionamiento	-22 ° F a 140 ° F (-30 ° C a 60 ° C)
Impacto de Temperatura	MIL-STD-810G, Método 503.5, Procedimiento- IC, -30 ° C ~ 71 ° C
MIL-STD-810G	Caída de 5 '(1.52m), vibración, humedad, especificación de rodamientos: 1.000 1,6 (2.000 caídas ft/0.5m gotas)
FISICAS	
Dimensiones	H 7 " x W 3.5" x D 1.18 "(H178 x W89 x D30 mm)
Peso con batería	7.64 oz (500 g)
Batería	Extraíble de ion de litio recargable, 3.72V, 5600mAh
Tiempo de operación	7.5 horas con conexión Bluetooth
Tiempo de carga	3.5 Horas

2.19 MODELOS DE TARJETAS

2.19.1 Baterías

El HP 48 requiere de tres pilas AAA. Se recomienda utilizar únicamente pilas alcalinas.

En condiciones normales, estas baterías deben durar varios meses. El uso de tarjetas de memoria RAM y la transferencia de datos utilizando comunicaciones por infrarrojos y en serie supone una sangría mayor en las baterías y reducir a duración de la batería. Con un uso intensivo, un nuevo juego de pilas deberá durar unos 2 meses.



Cuando las baterías necesitan ser remplazadas, un símbolo de batería baja, o “indicador”, que normalmente se muestran en la parte superior de la pantalla, justo a la derecha del centro. Esta pantalla se mantendrá incluso cuando su HP 48 esté apagado.

Si está trabajando con una estación total electrónica, el drenaje de la batería es más pesado de lo normal. El HP 48 seguirá para recordarle si las baterías son débiles.

Cada vez que el HP esté encendido, emite un pitido y la pantalla: Advertencia: **LowBat (s)**. La advertencia mensaje, entonces va a desaparecer, pero el ((•)) símbolo (indicador de batería baja) se mantendrá en la parte superior de la pantalla.

Debe remplazar las baterías tan pronto como sea posible después de que su HP 48 le dé la advertencia de batería baja. El no hacerlo puede resultar en la pérdida de los datos de empleo.

Para remplazar las baterías:

- Apague el HP 48 presionando  
- Retire la tapa de la batería (en la parte posterior de la calculadora, bajo el número de serie).

Tenga cuidado de no presionar la tecla **ON** durante la instalación de las nuevas baterías. Esto borrará cualquier dato que haya almacenado en su HP 48.

- Reemplace las baterías débiles con baterías alcalinas AAA, asegurándose de que cada cara en la dirección indicada en el compartimiento de la batería. Esto es importante, ya que la inversión de las pilas puede causar la pérdida de los datos de empleo que ha almacenado en su HP48.
- Vuelva a colocar la cubierta y cierre hasta que encaje en su lugar.

2.19.2 Memoria Interna de la HP 48

El HP 48 tiene una capacidad de memoria integrada de 128K de memoria RAM (memoria de acceso aleatorio). Un plug-in de tarjeta memoria RAM puede ser añadido a la HP para aumentar su memoria como se muestra en la siguiente imagen



Figura 2.19 Tarjeta de Memoria RAM de 1MB

Tarjetas RAM se utilizan sólo en el puerto 2 y la tarjeta de programa SMI se utiliza siempre en el puerto 1 como se muestra en la siguiente imagen:



Figura 2.20 Puertos de Instalación de las tarjetas

Tanto el 48/SX HP y GX acepta tarjetas de memoria en tamaños de 32K y 128K. El 48CV también acepta tarjetas de memoria de 256K, 512K, y los tamaños de 1MB.

2.19.3 Tarjetas de Memoria

Las calculadoras HP son muy fiables, sin embargo, en el caso improbable de que el daño se produce, una tarjeta de memoria puede ahorrar horas de trabajo recuperar los datos perdidos. Una tarjeta de memoria con respaldo de batería proporciona más seguridad para los datos sobre todo cuando se trabaja en el campo. Si las pilas de la calculadora HP han terminado con su carga, los archivos de la tarjeta de memoria RAM se mantienen intactos.

Algunas tarjetas de memoria RAM utiliza una batería (célula fotoeléctrica, el estilo # CR 2016) para preservar los datos almacenados. Esta batería tiene una vida útil de 6 a 12 meses, por lo que deben ser sustituidas periódicamente. Estas tarjetas

RAM tiene un interruptor en la parte superior de la tarjeta, mientras que otros se recarga de las baterías AAA el 48 de HP y no tiene interruptor.

Si las baterías AAA del HP 48 no se cambian con frecuencia, la batería recargable de la tarjeta RAM puede perder su carga y el resultado en la pérdida de la memoria.

2.19.4 Cambio de baterías en la tarjeta RAM

Algunas tarjetas de memoria RAM también tienen baterías. Cuando una tarjeta de memoria RAM tiene la batería baja, verá el mensaje

Advertencia **LowBat (P2)** y el indicador de batería baja se mostrará en la parte superior de la pantalla.

- No tome la tarjeta de la memoria RAM de la HP 48 hasta que haya guardado todos los trabajos que están en la tarjeta de la memoria RAM.
- Recuerde: las tarjetas de memoria RAM se utilizan sólo en el puerto 2 y la tarjeta del programa SMI en el puerto 1.
- Deje la tarjeta de memoria RAM en el puerto 2
- Encienda la HP 48 (esto mantendrá el poder de la tarjeta)
- Cambiar la batería.

Si se extraerá la tarjeta de memoria RAM de la HP 48 para cambiar la batería, los primeros datos de empleo de descarga la tarjeta de la HP 48 o un PC, ya que todos los datos de la tarjeta de memoria RAM se borrarán.

2.20 PRECAUCIONES Y MANTENIMIENTO EN EL USO DE ESTACIONES TOTALES.

2.20.1 Precauciones y Advertencias.

Nunca mire el sol a través del telescopio. Si lo hace, se podrá dañar la vista o perder la visión.

La DTM-330 no ha sido diseñada a prueba de explosiones. No utilice el instrumento en minas, en áreas contaminadas con polvo de carbón o cerca de otras sustancias inflamables.

Nunca desarme, modifique ni repare el instrumento usted mismo. Si lo hace, podrá recibir descargas eléctricas o quemaduras, o podrá prenderse fuego el instrumento. También podrá dañar la precisión del instrumento.

Para cargar la batería, utilice solamente el cargador de batería que se entrega con el instrumento. No utilice otros cargadores porque es posible que el paquete de baterías se prenda fuego o rompa.

No cubra el cargador de batería mientras se está cargando el paquete de baterías. El cargador debe poder disipar el calor de forma adecuada. Si se lo cubre con mantas o prendas, el cargador podrá sobrecalentarse.

Evite recargar la batería en lugares húmedos o con polvo, bajo la luz directa del sol o cerca de fuentes de calor. No la recargue cuando está mojado o húmedo. Si lo hace, podrá recibir descargas eléctricas o quemaduras o la batería se recalentará y prenderá fuego.

Deberá tener cuidado de no poner los contactos en corto circuito. Los cortos circuitos pueden hacer que la batería se prenda fuego o que el usuario se queme.

Nunca queme ni caliente la batería. Al hacerlo, la batería podrá perder o romperse. Una batería rota o que pierde puede ocasionar heridas serias. También podrá inhabilitar la precisión del instrumento.

Antes de almacenar la batería o el cargador, cubra los puntos de contacto con cinta aisladora. Si no lo hace, la batería o el cargador podrán entrar en corto circuito, ocasionando un incendio, quemaduras o daños al instrumento.

La batería (no es impermeable. No permita que la batería se moje cuando la saca del instrumento. Si penetra agua en la batería, es posible que ocasione un incendio o quemaduras.

No use controles ni ajuste ni lleve a cabo procedimientos distintos de los especificados en los manuales de los colectores y estaciones totales. De lo contrario, podrá estar expuesto a una radiación peligrosa.

Las puntas metálicas de la patas del trípode son muy afiladas. Al manipular o transportar el trípode, trate de evitar lastimarse con las mismas.

Antes de transportar el trípode o el instrumento en el estuche, compruebe la correa para el hombro y la hebilla. Si la correa está dañada o si la hebilla no está trabada firmemente, el estuche podrá caerse, ocasionando heridas personales o daños al instrumento.

Antes de instalar el trípode, asegúrese de que nadie tenga los pies o las manos debajo del mismo. Cuando las patas del trípode se están empujando contra el suelo, pueden atravesar los pies o las manos.

Tras montar el instrumento en el trípode, ajuste el tornillo de mariposa firmemente en las patas del trípode. De lo contrario, el trípode puede caerse, ocasionando heridas personales o daños al instrumento.

Tras montar el instrumento en el trípode, ajuste firmemente el tornillo de la abrazadera en el trípode. De lo contrario, el instrumento puede caerse cuando levanta el trípode, ocasionando heridas personales o daños al instrumento.

Ajuste firmemente el botón de la abrazadera de la base nivelante. Si el botón no está fijado firmemente, la base nivelante podrá aflojarse o caerse al levantar el instrumento, ocasionando heridas personales o daños al instrumento.

No apile objetos en el estuche plástico ni lo utilice como una banqueta. El estuche es inestable y la superficie del mismo es muy resbaladiza. Al apilar cosas o al sentarse se pueden ocasionar heridas personales o daños al instrumento.

El sistema en el instrumento podrá dejar de funcionar para evitar errores en las medidas cuando el instrumento detecta ondas electromagnéticas fuertes. Si así fuere, apague el instrumento y quite la fuente de ondas electromagnéticas. Luego encienda el instrumento para reanudar el trabajo.

2.20.2 Mantenimiento

Antes de emplear el instrumento, lea y siga las siguientes instrucciones de mantenimiento:

- No deje el instrumento en la luz solar directa ni en un vehículo cerrado durante períodos prolongados. Si el instrumento se recalienta, la eficiencia podrá reducirse.
- Si el instrumento DTM-330 ha sido utilizado bajo la lluvia, quite el agua que haya quedado de inmediato y séquelo completamente antes de guardar el instrumento en el estuche. El mismo cuenta con piezas electrónicas sensibles que han sido protegidas como corresponde contra el polvo y la humedad. Sin embargo, si penetra el polvo y la humedad, pueden producirse daños graves.

- Los cambios bruscos de temperatura pueden hacer que se empañen las lentes y que se reduzca drásticamente la distancia que se puede medir, o puede ocasionar una falla en el sistema eléctrico. Si se ha producido un cambio brusco de temperatura, deje el instrumento en un estuche cerrado, en un lugar cálido, hasta que la temperatura del instrumento vuelva a ser la temperatura ambiente.
- No guarde el instrumento DTM-330 en lugares calientes ni húmedos. En especial, deberá guardar el paquete de baterías en un lugar seco con una temperatura de menos de 30 °C (86 °F). Las altas temperaturas o la humedad excesiva pueden producir moho en las lentes. También puede hacer que las piezas electrónicas se deterioren, por lo que el instrumento no podrá funcionar correctamente.
- Almacene la batería con la batería descargada.
- Al guardar el instrumento en lugares sujetos a temperaturas extremadamente bajas, deje el estuche abierto.
- No ajuste excesivamente ninguno de los tornillos de la abrazadera.
- Al ajustar los tornillos tangenciales verticales, los tornillos tangenciales de la placa superior o los tornillos nivelantes, permanezca lo más cerca posible del centro de la distancia de cada tornillo. El centro está indicado mediante una línea en el tornillo. Para un ajuste final de los tornillos tangenciales, rote el tornillo en el sentido de las agujas del reloj.
- Si la plataforma nivelante no se va a utilizar durante un período prolongado, fije el botón de la abrazadera de la plataforma nivelante y ajuste el tornillo de seguridad.
- No emplee disolventes orgánicos (tal como diluyente para pintura) para limpiar las piezas no metálicas del instrumento (como por ejemplo el teclado) o superficies

pintadas o impresas. Si lo hace, se podrá producir el descoloramiento de la superficie o se podrán pelar los caracteres impresos.

Humedezca dichas piezas con un paño suave o papel fino, apenas humedecido con agua o un detergente suave.

- Para limpiar las lentes ópticas, frótelas cuidadosamente con un paño suave o papel fino impregnado en alcohol.
- La cubierta de la placa del retículo ha sido instalada correctamente. No la libere ni la presione con fuerza excesiva para hacerla impermeable.
- Antes de colocar la batería, compruebe que las superficies de contacto en la batería y en el instrumento estén limpias. Presione la batería en su lugar hasta que el botón de montaje suba hasta la superficie superior de la batería. Si la misma no está conectada firmemente, el instrumento no será impermeable.

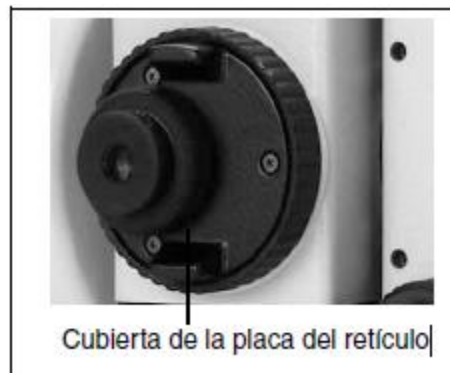


Figura 2.21 Cubierta de la plata de retículo

- Presione la tapa que cubre el terminal del conector de entrada/salida de datos hasta que se trabe con un clic. El instrumento no será impermeable si la tapa no está firme, o cuando se utiliza el conector de entrada/salida de datos.
- El estuche ha sido diseñado para ser impermeable pero no deberá dejarlo expuesto a la lluvia durante un periodo prolongado. Si no puede evitar exponerlo a

la lluvia, asegúrese de que el estuche esté posicionado con la placa Nikon hacia arriba.

- Cuando desecha la batería, cumpla con las leyes o disposiciones correspondientes al sistema de desechos de su municipio.
- El instrumento puede ser dañado por la electricidad estática del cuerpo humano que se descarga a través del conector de entrada/salida de datos. Antes de manipular el instrumento, toque otro material conductor para descargar la electricidad estática.

2.21 CONFIGURACIÓN DEL COLECTOR Y ESTACIÓN TOTAL

2.21.1 La Pantalla de la SMI

Si usted acaba de instalar SMI, el software le llevará a la pantalla de configuración con un trabajo denominado “Trabajo 1” entonces ya ha comenzado.

La pantalla que usted verá es como la que muestra la imagen siguiente:

La imagen puede diferir ligeramente del programa SMI que esté utilizando.

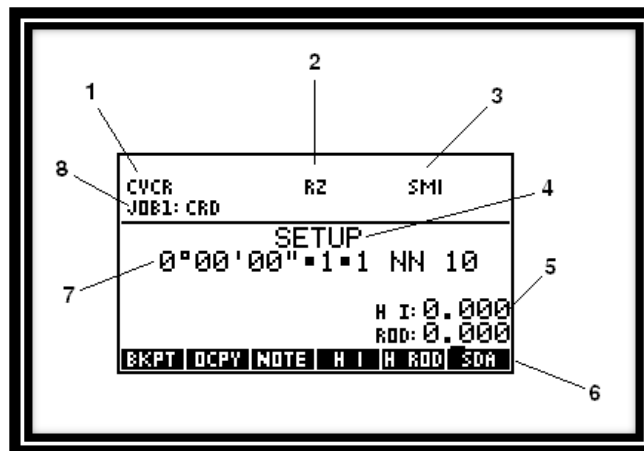


Figura 2.22 Pantalla de inicio del software

En donde cada una de las numeraciones tiene el significado siguiente:

1. Tipos de software

Los tipos de software que el usuario pueda estar utilizando pueden ser los que se muestran a continuación:

Tipo de software

Abreviatura mostrada	Nombre del producto /Significado
SCE	Standard COGO
ACE	Advanced COGO
DCE	Recolección de datos
CVC	Construcción cinco
DOT	Departamento de Transporte
DCER	GPS/robótico con la recopilación de datos
CVCR	GPS/robótico con la construcción cinco
GPS	Un controlador de GPS está en uso
DTBS	El modo direccional Punto Atrás teodolito está activo
AZIM	Modo de Azimut está activo)

Tabla 2.3 Tipos de Software de tarjetas para los colectores

2. Banderas de usuario activa

Se observan las banderas que tenemos activas en ese momento por ejemplo en la figura 2.22 tenemos activa “**R**” que significa que estaremos grabando datos crudos como también tenemos activa “**Z**” que significa que estamos grabando elevaciones.

3. El modo SMI

4. Función activa

5. Funciones específicas de datos

Nos indica que funciones tenemos activa en la figura 2.22 nos indica que tenemos activa la altura del aparato y la del rodo.

6. Menú de la tecla de función

En la parte inferior de la pantalla tenemos todas las teclas función que podemos

utilizar.

7. Más funciones específicas de datos; en este caso, los ángulos de visual hacia atrás, punto ocupado, el último punto guardado, el número de punto siguiente para ser almacenado.

8. Directorio de archivos de trabajo, donde se van a almacenar

2.21.2 Configuración del Colector

Tenemos el colector apagado y lo tenemos de esta manera:



Figura 2.23 Calculadora HP 48GX

Posteriormente lo encendemos presionado en ON que es la tecla que se encuentra en la parte inferior izquierda del teclado como se muestra en la siguiente imagen:



Figura 2.24 Tecla a presionar para encender la calculadora

Al encenderlo nos aparecerá la siguiente pantalla que se muestra en la figura en donde se muestra cual es el software que estamos utilizando las banderas activas en donde se están grabando los datos lo que se explicó en la imagen anterior:

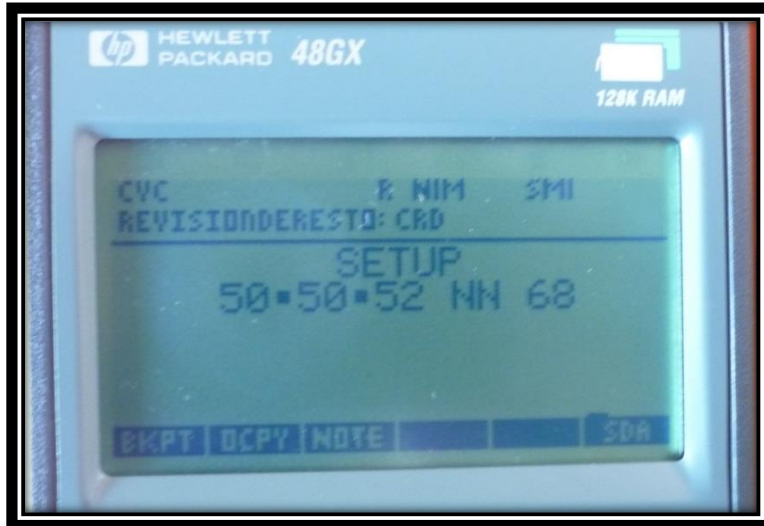


Figura 2.25 Pantalla de inicio del Colector

Ahora crearemos un nuevo trabajo presionando la tecla “**JOB**” como se muestra en la imagen:

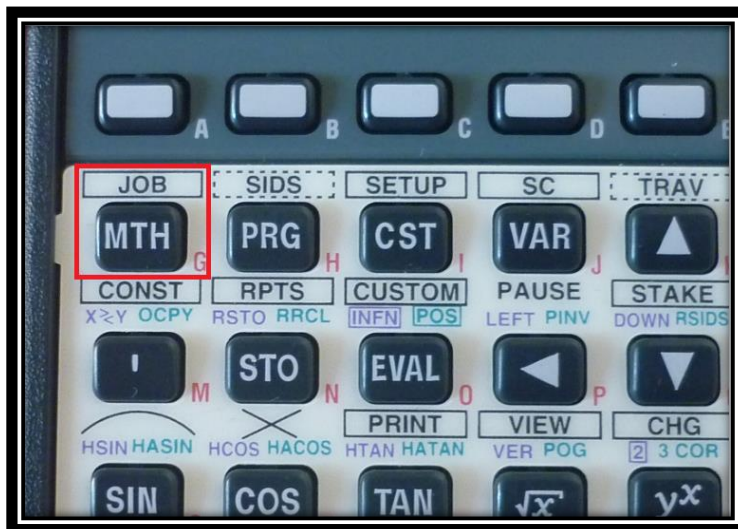


Figura 2.26 Tecla para crear un nuevo Trabajo

Al presionar “**JOB**” nos mostrará la siguiente pantalla que se muestra en la figura en donde tenemos las opciones de “**OLD**” que son trabajos ya guardados también

“COPY” si nuestro objetivo es copiar algún trabajo después “MOVE” si deseamos mover un trabajo en nuestro caso seleccionaremos “NEW” ya que haremos un trabajo nuevo:

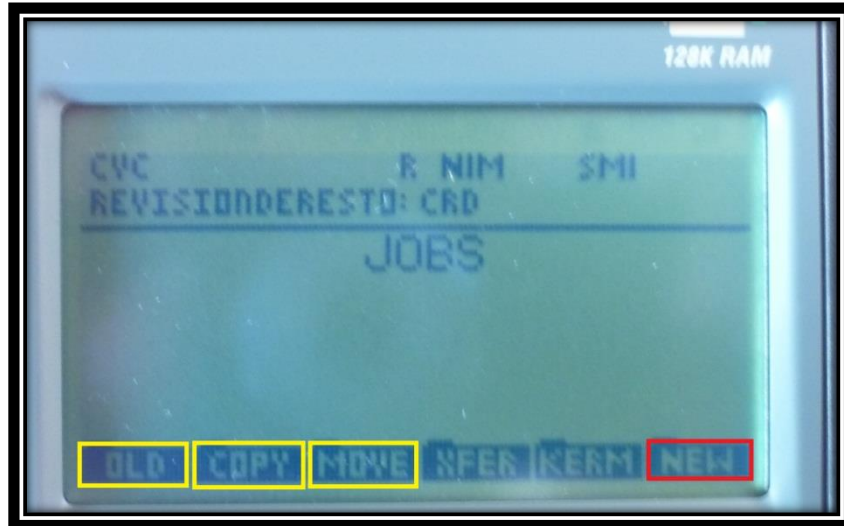


Figura 2.27 Opciones dentro de “JOB”

Seleccionamos “NEW” presionando la tecla del teclado que se encuentra debajo de dicha opción como se muestra en la siguiente imagen:

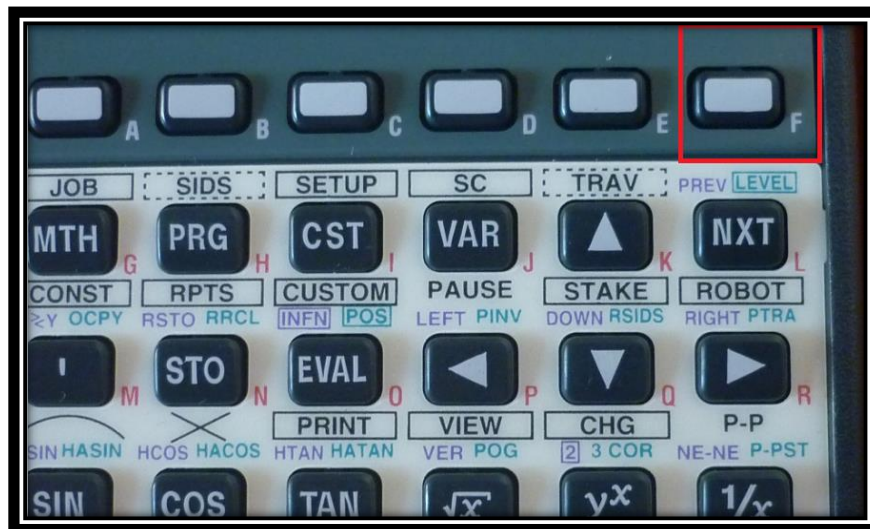


Figura 2.28 Tecla Suave “F”

Posteriormente nos aparecerá la siguiente pantalla que se muestra a continuación en donde podemos modificar las coordenadas del NORTE y ESTE como también activar las elevaciones que se explicará más adelante:

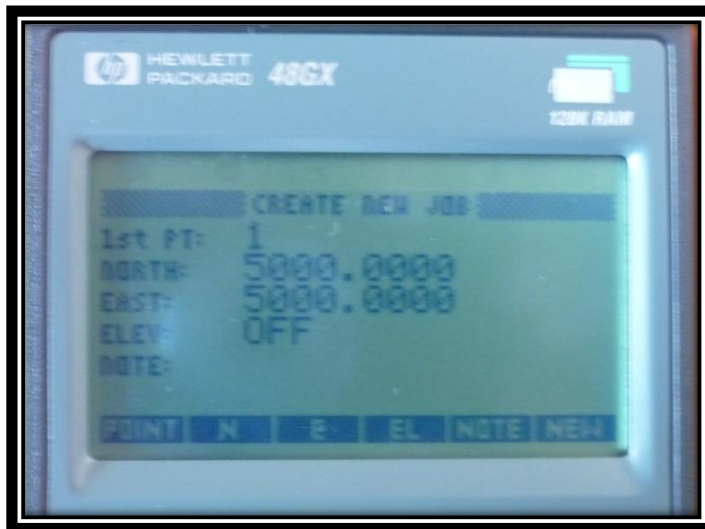


Figura 2.29 Coordenadas, punto y elevación predeterminadas

Seleccionamos “NOTE” que es la nota que colocaremos en el primer punto donde estaremos centrados como se muestra en la imagen siguiente:

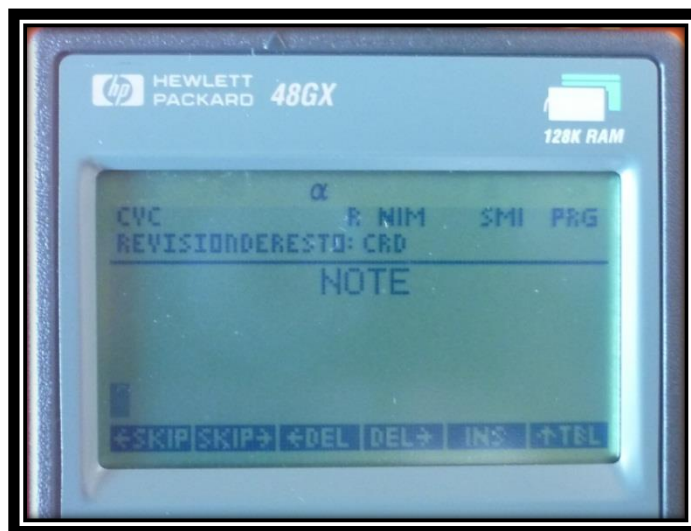


Figura 2.30 Pantalla esperando a digitar un nombre para la nota

A nuestro primer punto le colocaremos “**PLG1**” ya que será el primer punto de la poligonal para hacer el levantamiento:

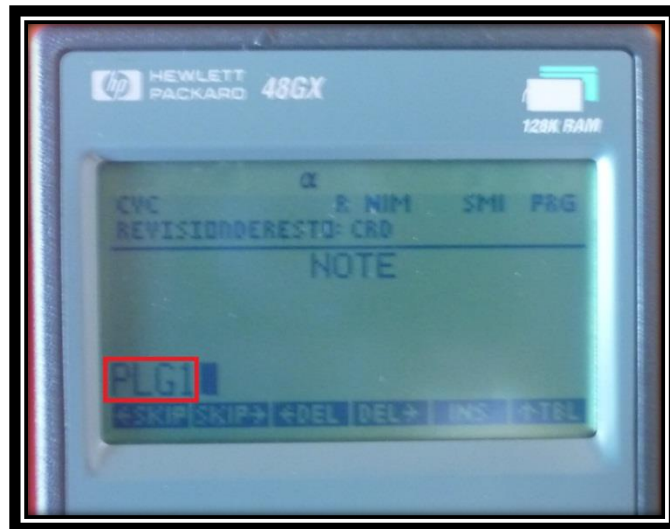


Figura 2.31 Nombre del primer punto de estacionamiento

Después presionamos “**ENTER**” y nos mostrará la siguiente pantalla que se muestra en la imagen en donde podemos ver en el recuadro amarillo que tenemos “**PLG1**” que es el nombre del primer punto, observamos que las coordenadas las hemos dejado predeterminadas y las elevaciones todavía apagadas:

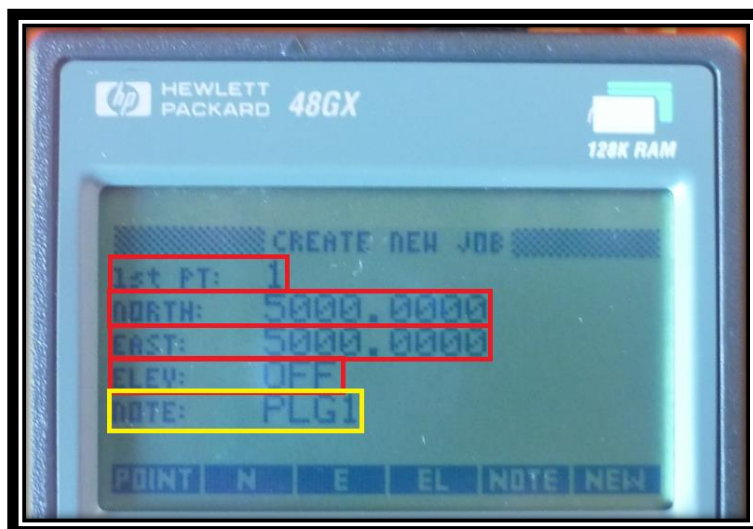


Figura 2.32 Parámetros modificados

Ahora seleccionamos “EL” ya que asignaremos una elevación a nuestro primer punto lo hacemos con la tecla de función especial “D” :

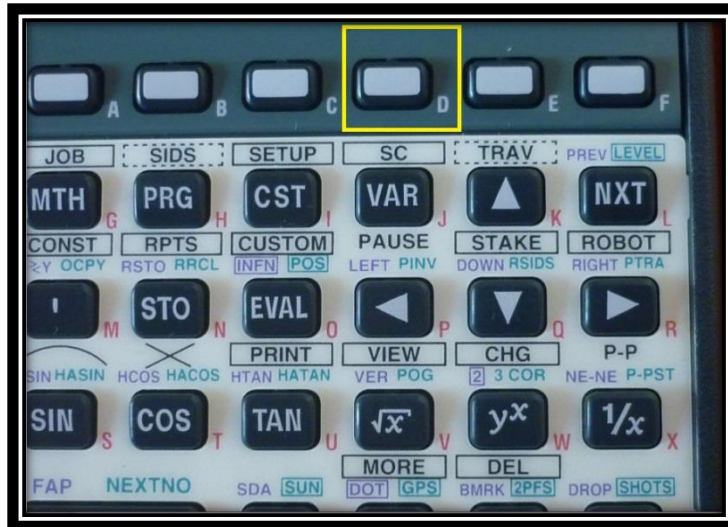


Figura 2.33 Tecla suave “D”

Al seleccionar “EL” nos mostrará la siguiente pantalla que se muestra en la imagen en donde le asignaremos una elevación de **100** y aceptaremos presionando “ENTER”:

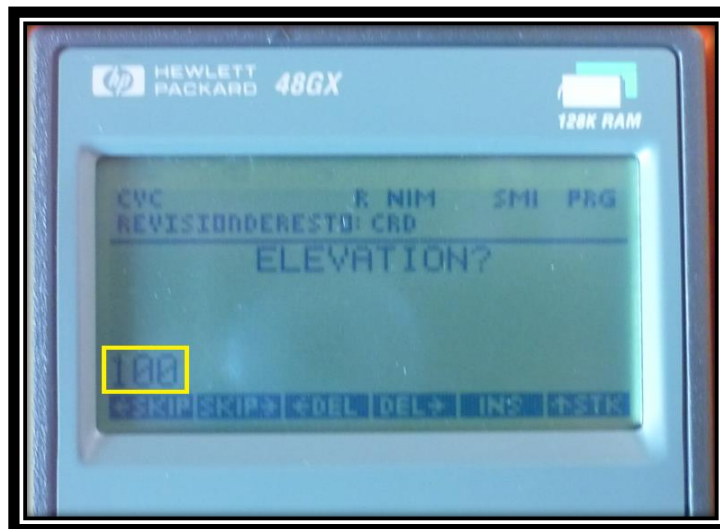


Figura 2.34 Digitando elevación

Al presionar “**ENTER**” nos aparecerá la siguiente pantalla en donde hemos elegidos los parámetros de las coordenadas el NORTE y ESTE como también la elevación de nuestro punto de salida y el nombre de nuestro primer punto que compone la poligonal como se muestra en la imagen siguiente y el número del primer punto:

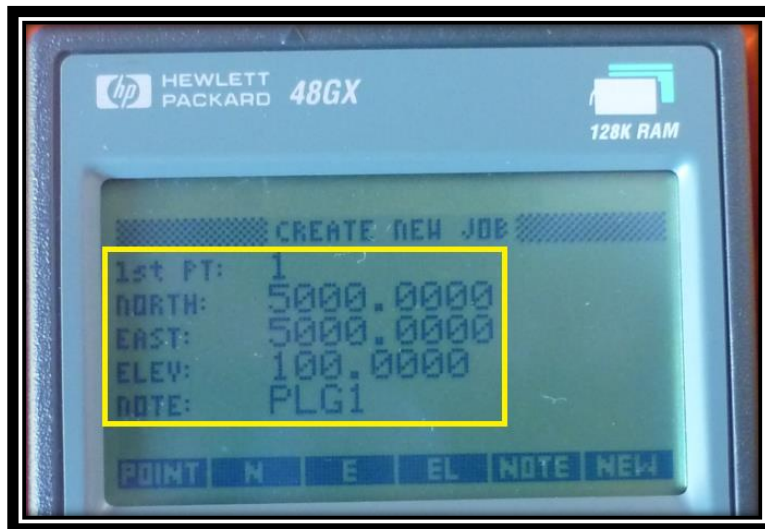


Figura 2.35 Parámetros completamente modificados

Ahora seleccionamos “**NEW**” con la tecla de función especial “**F**” como se muestra en la imagen siguiente:

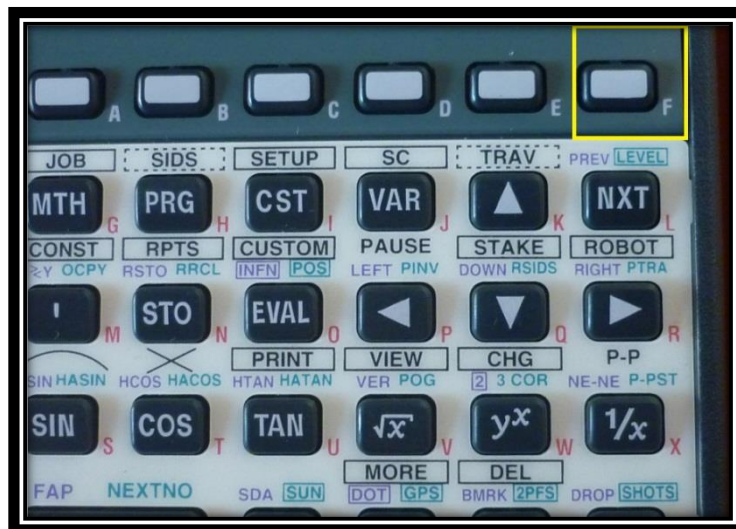


Figura 2.36 Tecla Suave “F”

Al seleccionar **“NEW”** nos mostrará la siguiente pantalla que se muestra en la imagen en donde le colocaremos un nombre a nuestro trabajo, le asignaremos el nombre de **“ADOQUINADO”** y presionamos **“ENTER”**:

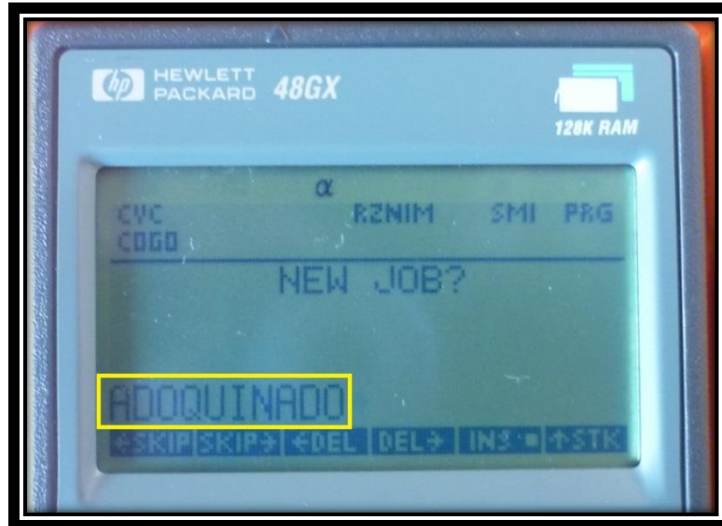


Figura 2.37 Digitando nombre del nuevo Trabajo

Al seleccionar **“ENTER”** nos mostrará la pantalla siguiente:

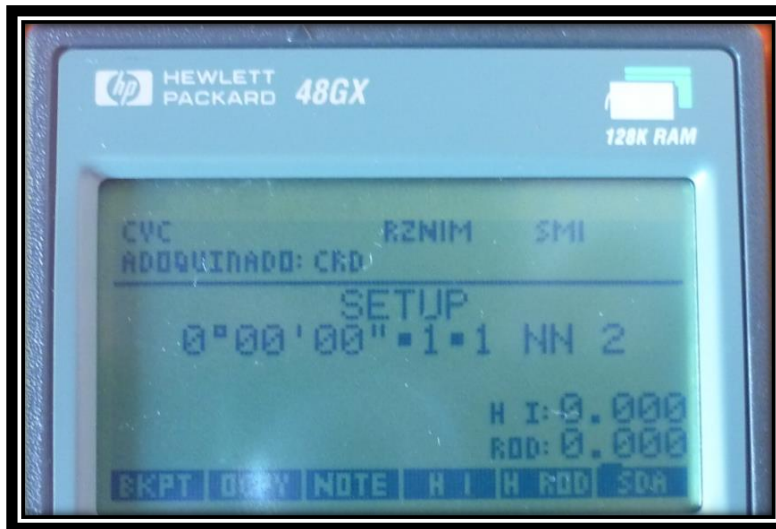


Figura 2.38 Pantalla del Colector una vez modificados los parámetros mencionados

Ahora configuraremos todos los parámetros de nuestro trabajo, para comenzar nuestra configuración presionamos “CHG” como se muestra en la siguiente imagen:

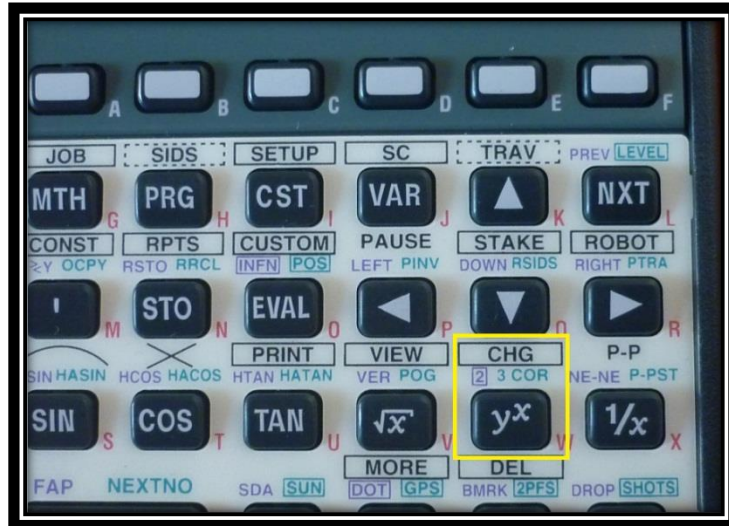


Figura 2.39 Tecla CHG para Configurar el trabajo

Nos mostrará la pantalla que se muestra en la siguiente imagen:

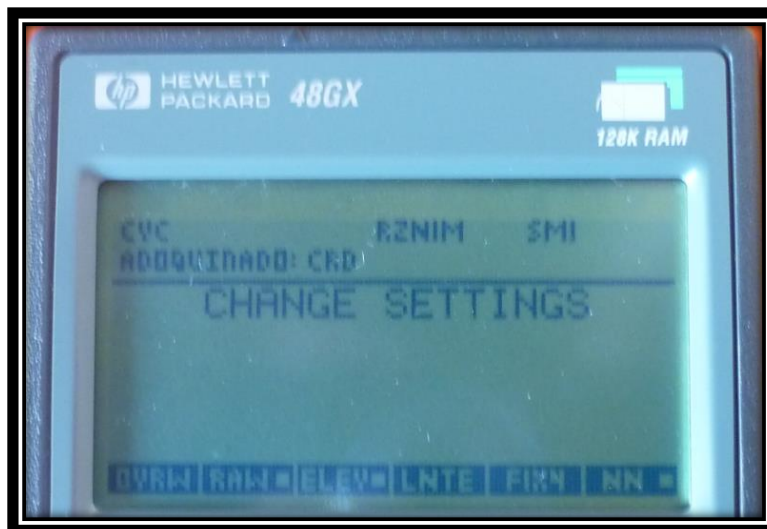


Figura 2.40 Pantalla de inicio de la Configuración

Comenzaremos con “**OVRW**” que si la activamos o desactivamos nos avisa si deseamos rescribir algún punto ya grabado:

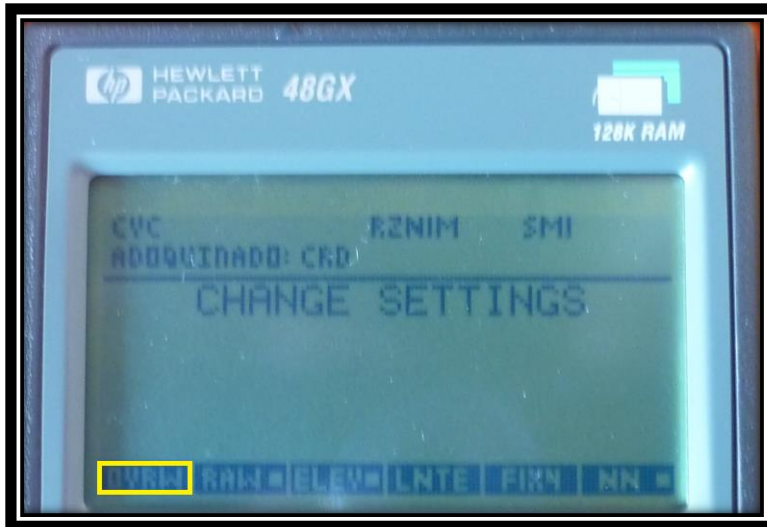


Figura 2.41 Opción “OVRW”

Para seleccionarla lo hacemos presionando la tecla especial “**A**” como se muestra en la siguiente imagen:

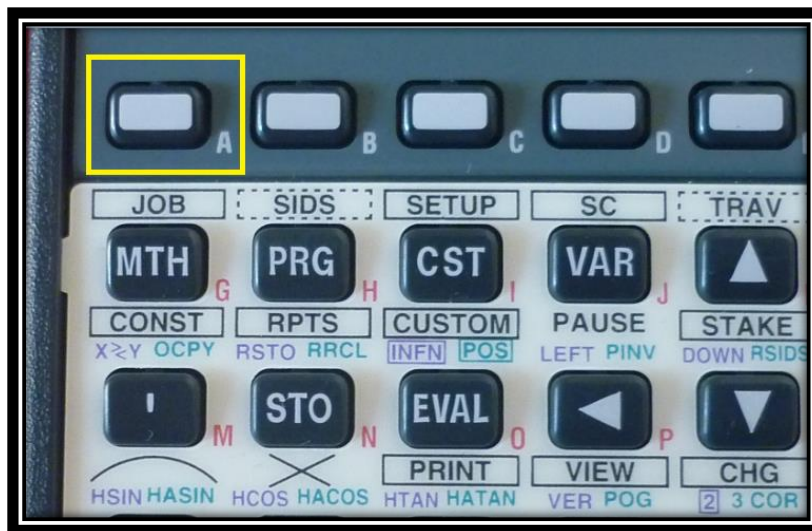


Figura 2.42 Tecla Suave “A”

Al seleccionar **“OVRW”** nos mostrará la siguiente pantalla que se muestra en donde el mensaje que se nos muestra nos dice **“No chequear antes de sustituir los puntos”**:

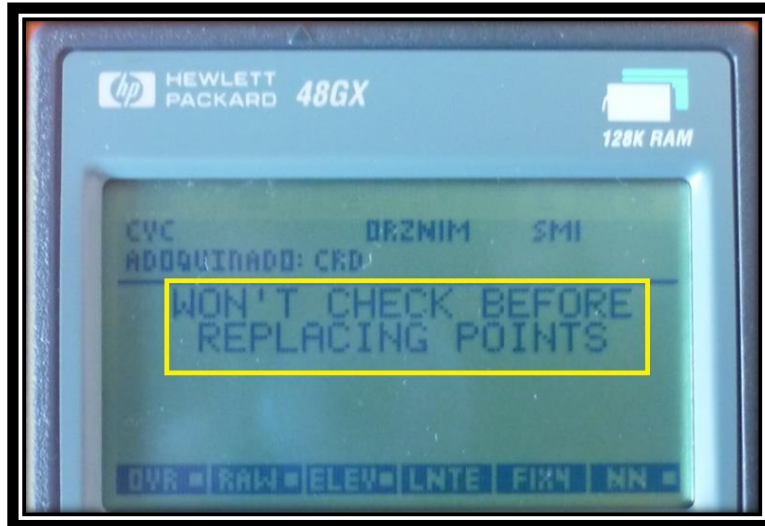


Figura 2.43 Mensaje de “No chequear antes de sustituir los puntos”

.Si volvemos a presionar la tecla especial **“A”** nos mostrará el siguiente mensaje en el cual nos dice **“chequear antes de remplazar algún punto”** qué es esta opción la que dejaremos ya que es recomendable que le avise al usuario que chequee si remplazará algún punto:

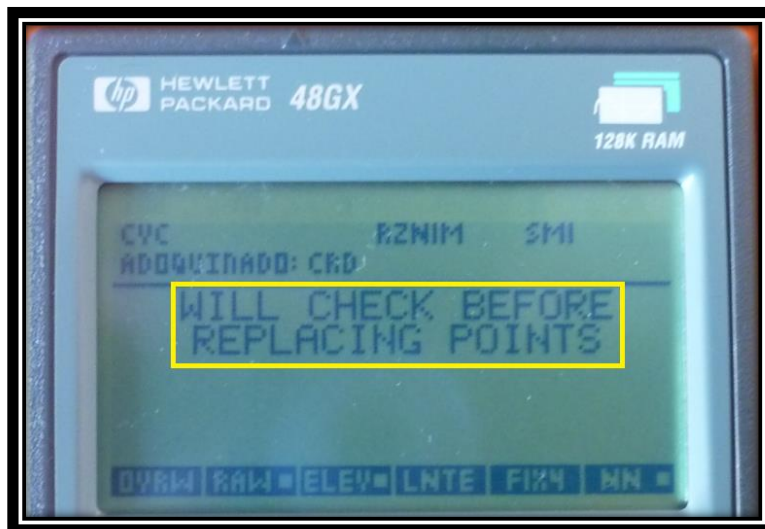


Figura 2.44 Mensaje de “Chequear los puntos antes de sustituirlos”

Ahora nos pasamos a **“RAW”** que es donde asignaremos si deseamos que grabe los datos crudos o no

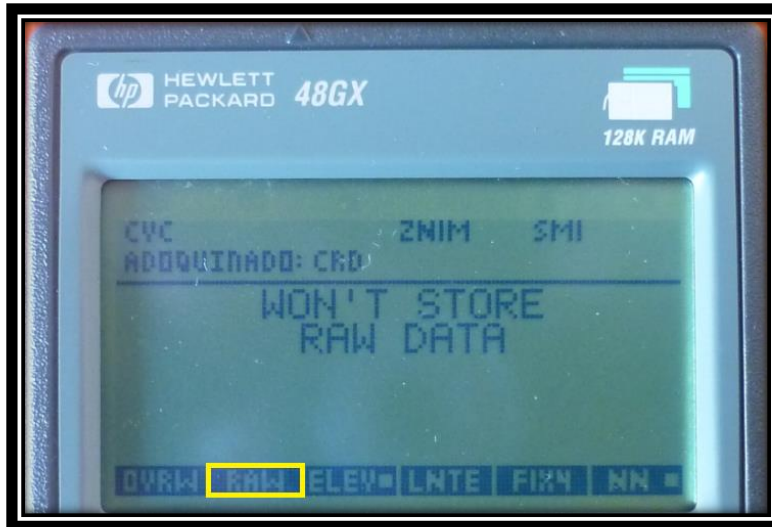


Figura 2.45 Opción “RAW”

Para seleccionar **“RAW”** presionamos la tecla especial **“B”**:

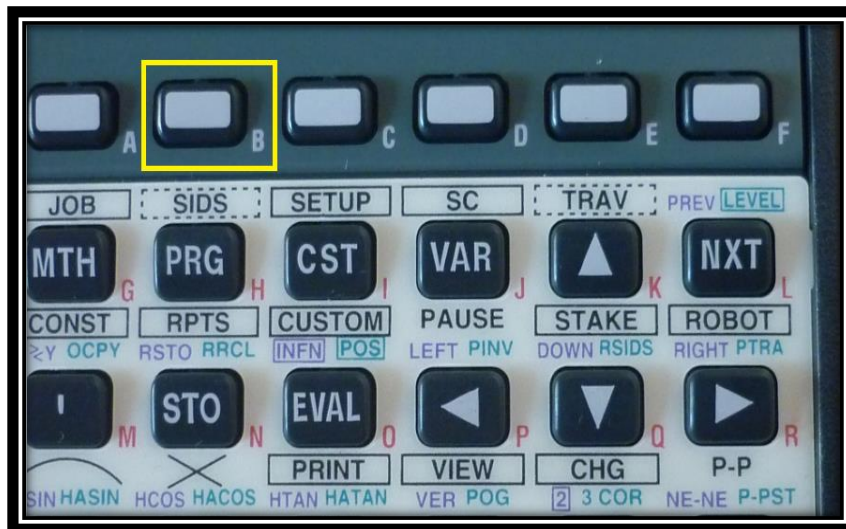


Figura 2.46 Tecla Suave “B”

Una vez seleccionado **“RAW”** nos mostrará la siguiente pantalla en la cual nos aparece un mensaje el cual dice **“No almacenar los datos en crudo”**:

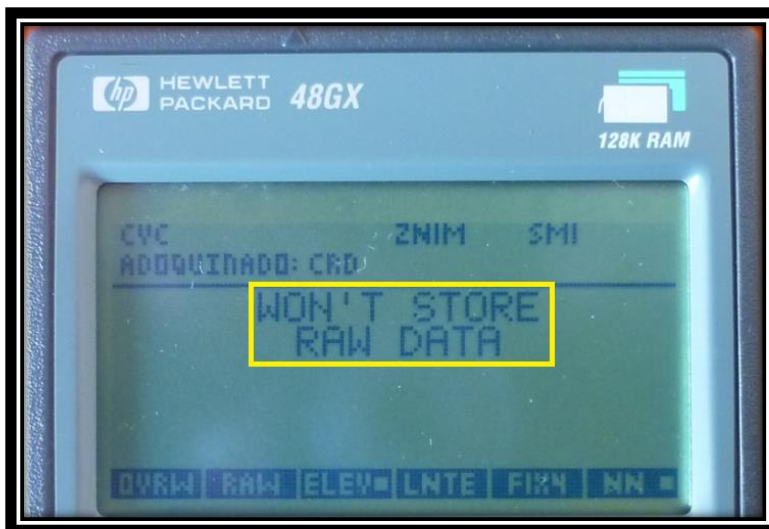


Figura 2.47 Mensaje de “No almacenar los datos en crudo”

Si presionamos nuevamente la tecla especial **“B”** nos mostrará el siguiente mensaje **“Grabará los datos crudos”** que es esta opción la que dejaremos ya que es recomendable que se graben los datos crudos ya que se puede evitar cualquier alteración en los mismos:

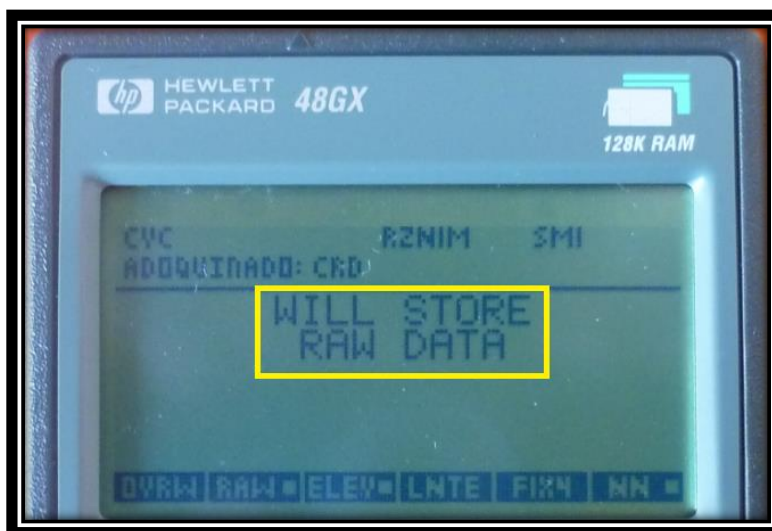


Figura 2.48 Mensaje de “Grabará los datos en crudo”

Ahora seleccionaremos “ELEV” donde elegiremos si necesitamos o no grabar las elevaciones en nuestro levantamiento:

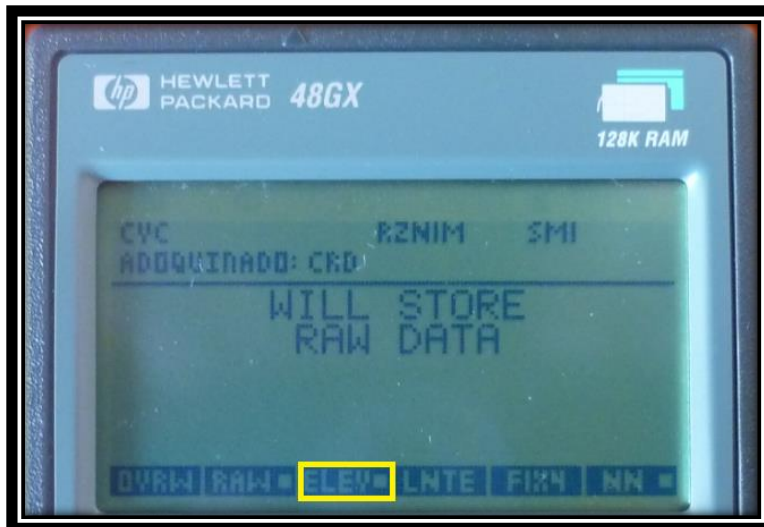


Figura 2.49 Opción “ELEV”

Para seleccionar “ELEV” presionamos la tecla especial “C” como se muestra en la siguiente imagen:

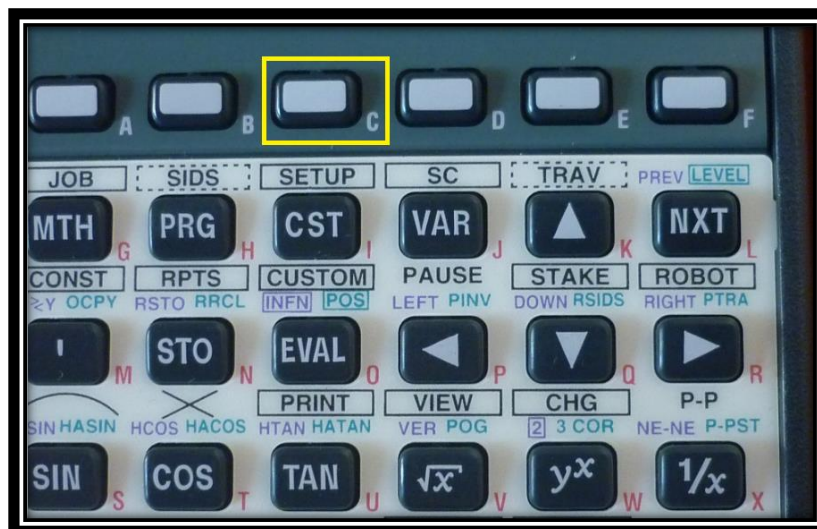


Figura 2.50 Tecla Suave “C”

Al seleccionar “ELEV” nos mostrará la siguiente pantalla en donde nos presenta el siguiente mensaje que dice “No almacenar elevaciones”:

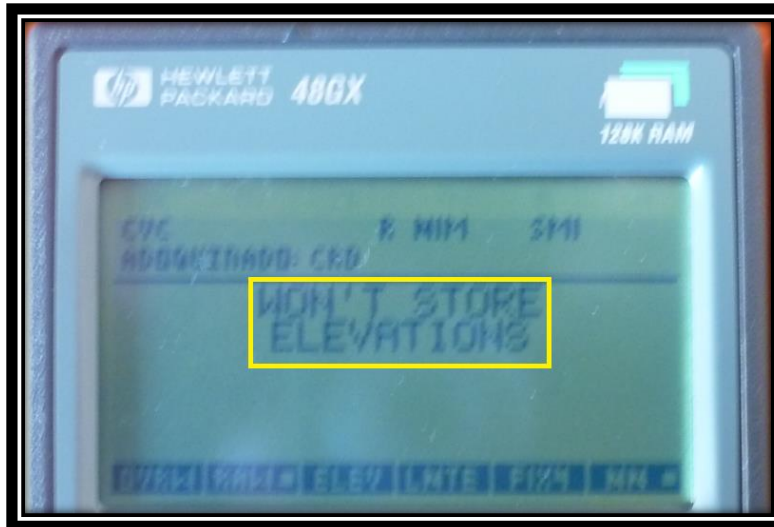


Figura 2.51 Mensaje de “No almacenar elevaciones”

Presionamos nuevamente la tecla especial “C” y se nos mostrará la siguiente información que se muestra en la figura que es esta opción la que dejaremos ya que necesitamos grabar elevaciones:

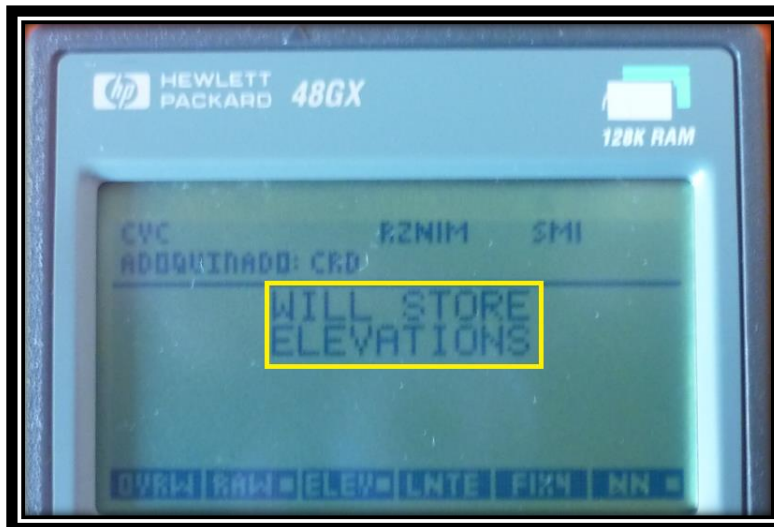


Figura 2.52 Mensaje de “Almacenar elevaciones”

Ahora presionamos la tecla especial “D” para seleccionar “LNTÉ” que es la opción que nos permitirá seguir con el mismo descriptor del punto anterior o modificárselo:

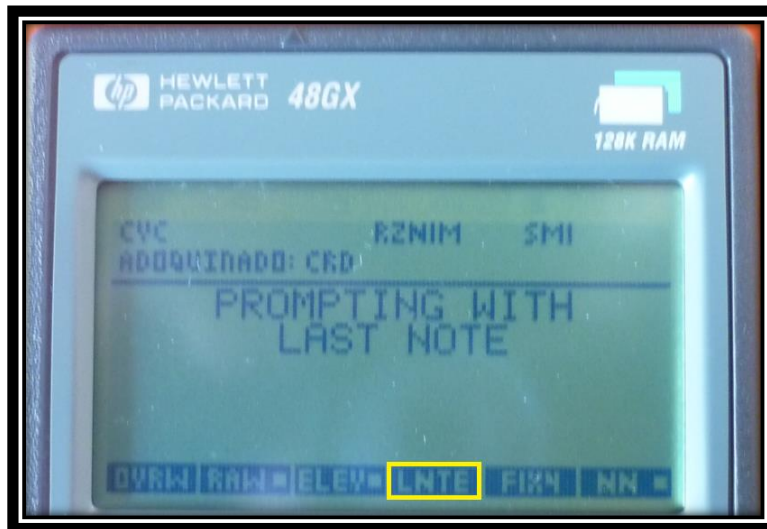


Figura 2.53 Opción “LNTÉ”

Ahora presionamos la tecla especial “E” para seleccionar “FIX4” en donde elegiremos el número de decimales que deseamos que se nos presenten en el momento de estar realizando el levantamiento:

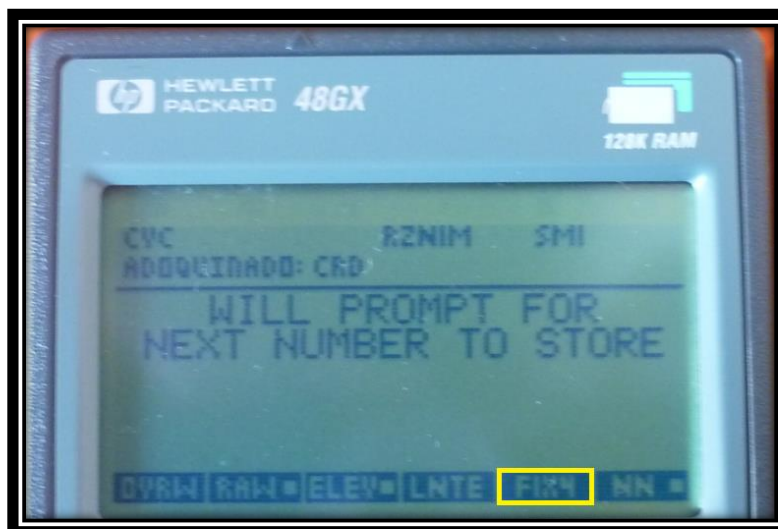


Figura 2.54 Opción “FIX4” para elegir el número de decimales

Ahora presionamos “NXT” para pasar de pantalla y se nos presenten los demás parámetros por modificar:

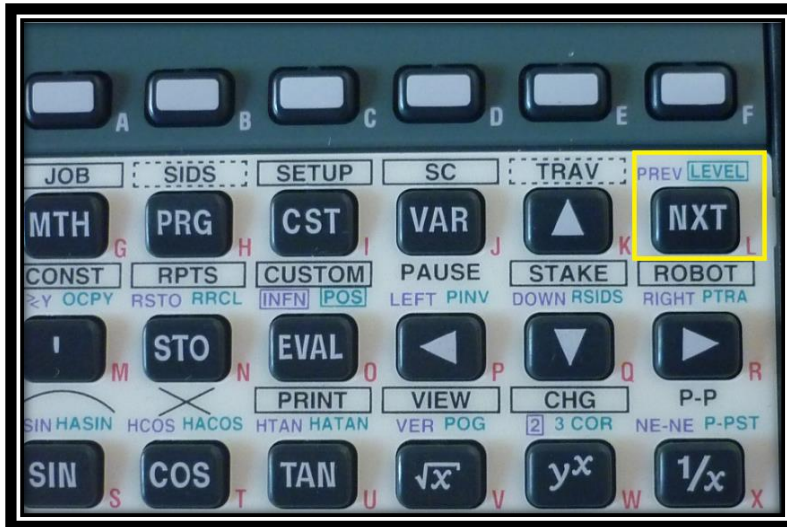


Figura 2.55 Tecla “NXT”

Al presionar “NXT” se nos presentan los demás parámetros por modificar como se observa en la imagen:

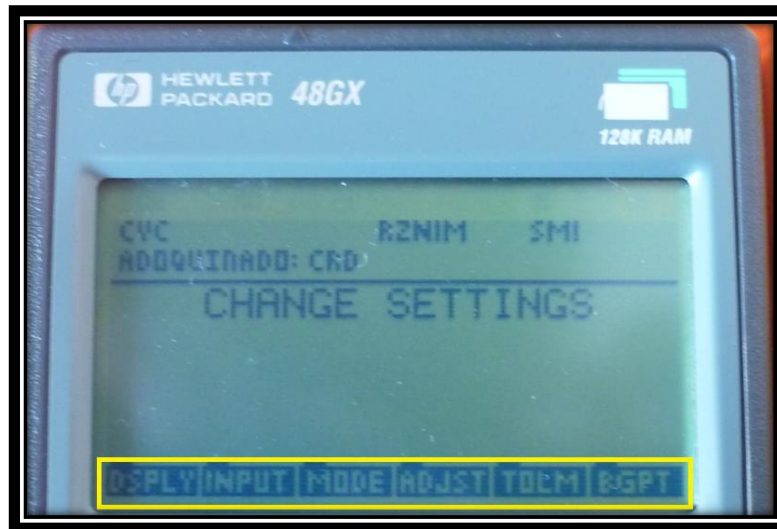


Figura 2.56 Parámetros a modificar

Seleccionamos “DSPLY” presionando la tecla especial “A” y se nos mostrará la pantalla que se presenta en la siguiente imagen:

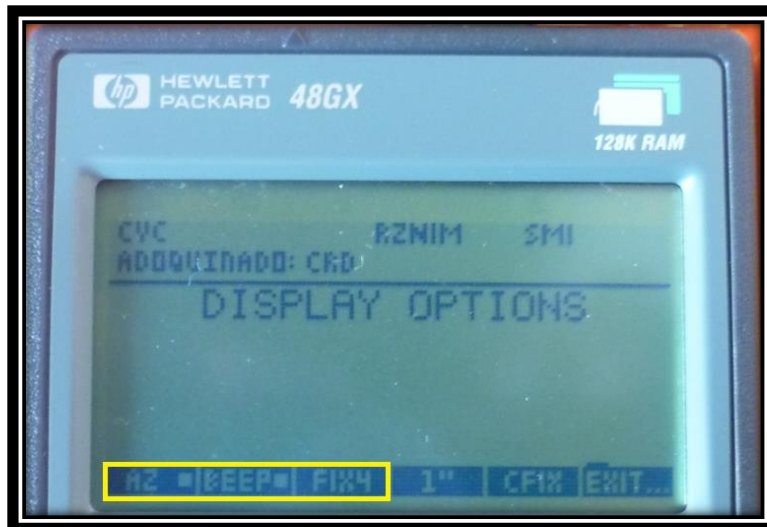


Figura 2.57 Opciones “AZ, BEEP, FIX”

El primer parámetro que modificaremos es la forma en que grabaremos los ángulos ya que elegiremos grabar ángulos a la derecha para ello presionamos la tecla especial “A” y se nos muestra la siguiente pantalla:



Figura 2.58 Ángulos a la derecha

Ahora presionamos la tecla especial “B” para seleccionar “BEEP” que es la que nos sirve para que nos avise si estamos cometiendo algún error y elegimos “BEEP ON”:

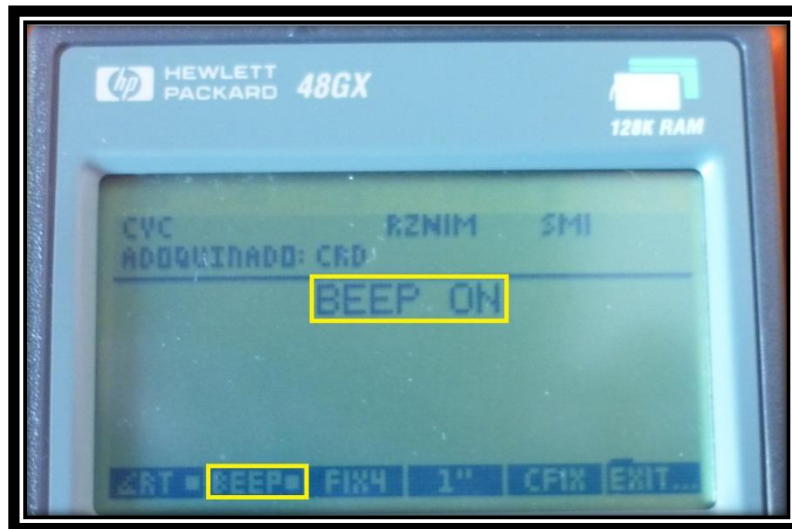


Figura 2.59 Opción “BEEP”

Ahora presionamos la tecla especial “C” para seleccionar “FIX4” digitaremos el número de decimales que necesitamos que se nos presenten al momento de estar haciendo el levantamiento como también nos quedarán grabados en el trabajo que hemos creado:

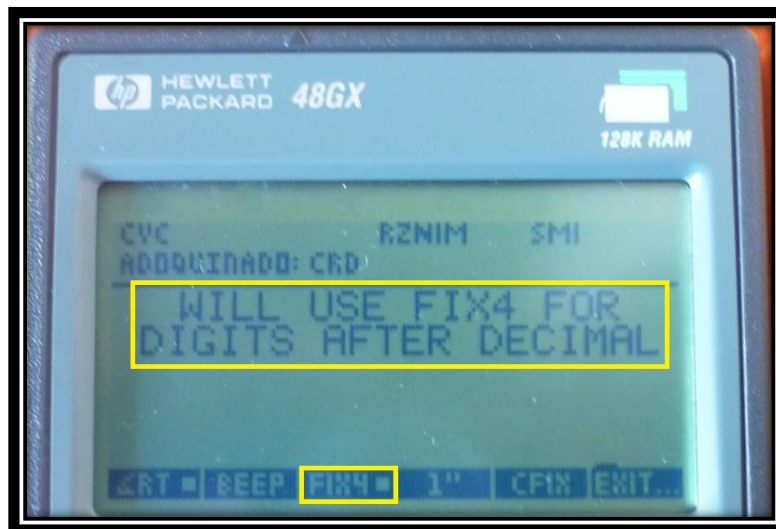


Figura 2.60 Opción FIX

Nos salimos de la pantalla anterior presionando la tecla especial “F” para seleccionar “EXIT”, cuando nos salimos se nos presenta la siguiente pantalla en donde presionaremos la tecla especial “C” para seleccionar “MODE”:

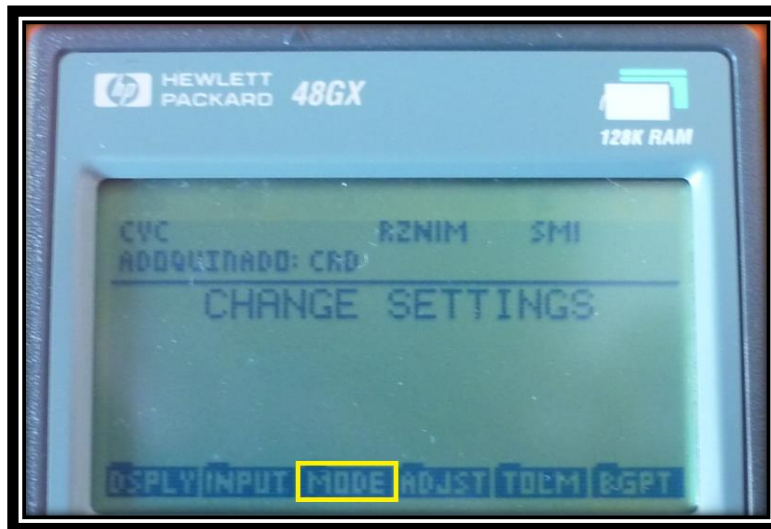


Figura 2.61 Opción “MODE”

Al seleccionar “MODE” se nos mostrará la siguiente pantalla que se muestra en la siguiente figura en donde elegiremos que las distancias serán en metros si tomaremos en cuenta o no la curvatura de la tierra si tendremos de referencia el Norte y también la vista atrás con 0 grados:

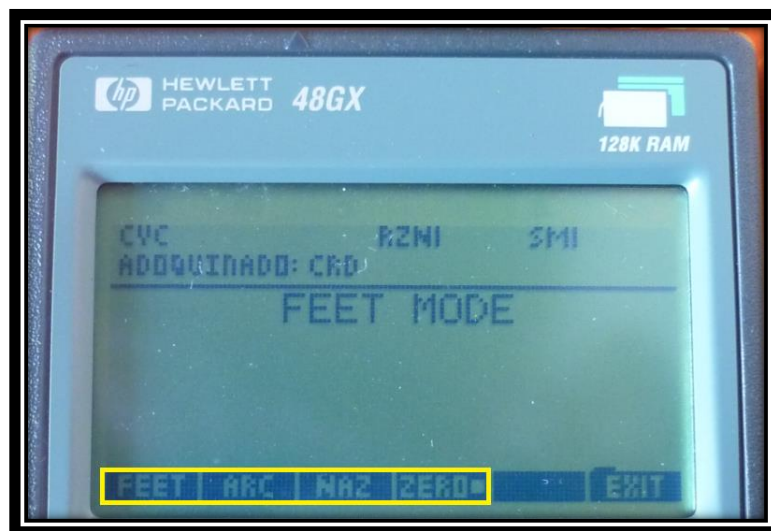


Figura 2.62 Parámetros a modificar dentro de la opción “MODE”

Al seleccionar la tecla especial “A” se nos presentará la siguiente pantalla en donde dejaremos **Metros**:

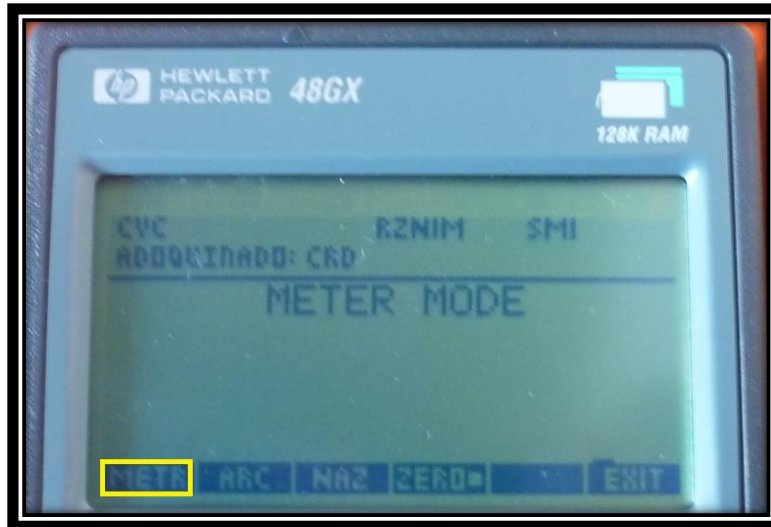


Figura 2.63 Opción “METR”

Luego apretamos la tecla especial “B” para seleccionar o no la curvatura de la tierra:

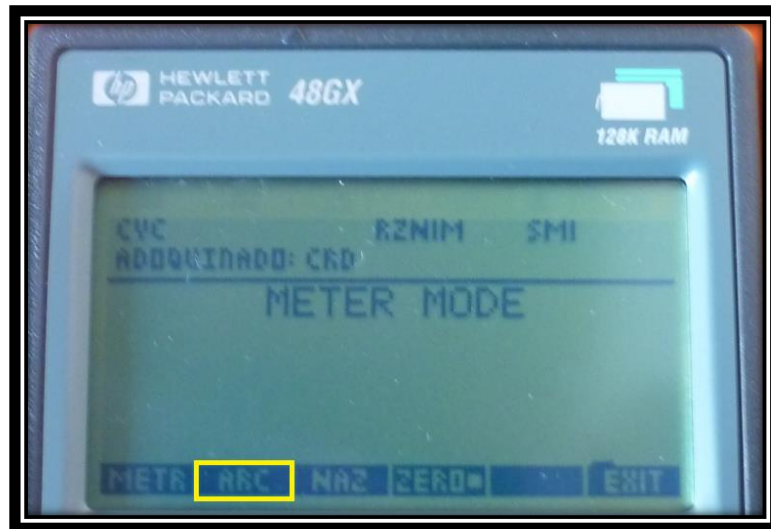


Figura 2.64 Opción “ARC”

Después presionamos la tecla especial “C” para seleccionar que a partir del norte será nuestros ángulos y en el sentido de las agujas del reloj:

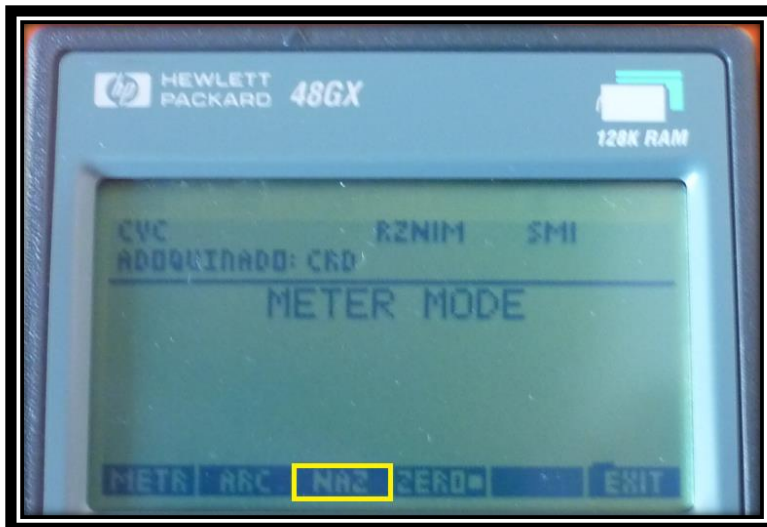


Figura 2.65 Opción “NAZ”

Y posteriormente escogemos el Norte como se muestra en la siguiente imagen:

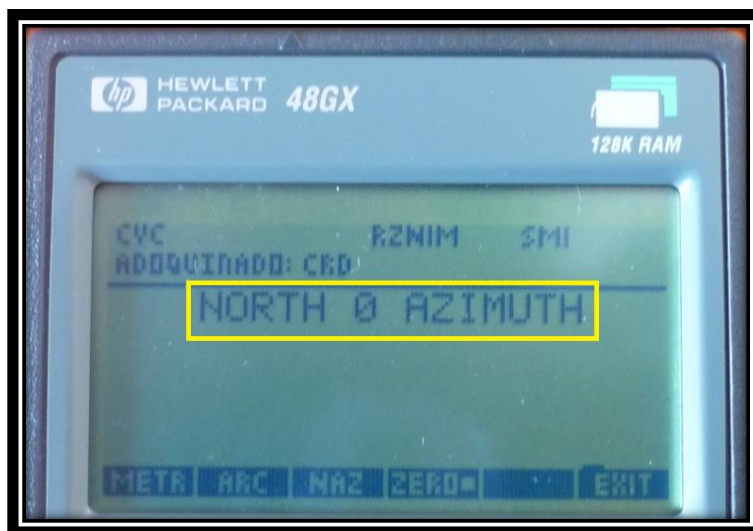


Figura 2.66 Mensaje de “Norte o Azimut”

Ahora aplicamos la tecla especial “D” para seleccionar el “ZERO” como vista atrás y presionamos “EXIT” :

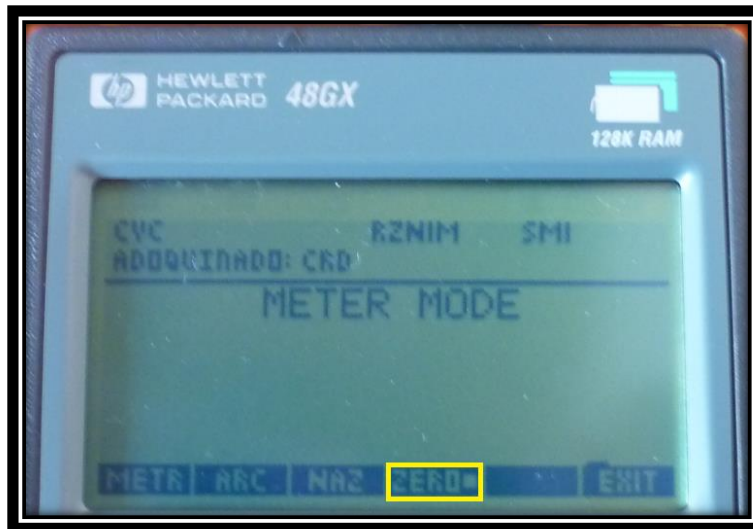


Figura 2.67 Opción “ZERO”

Y escogemos el zero para vista atrás:

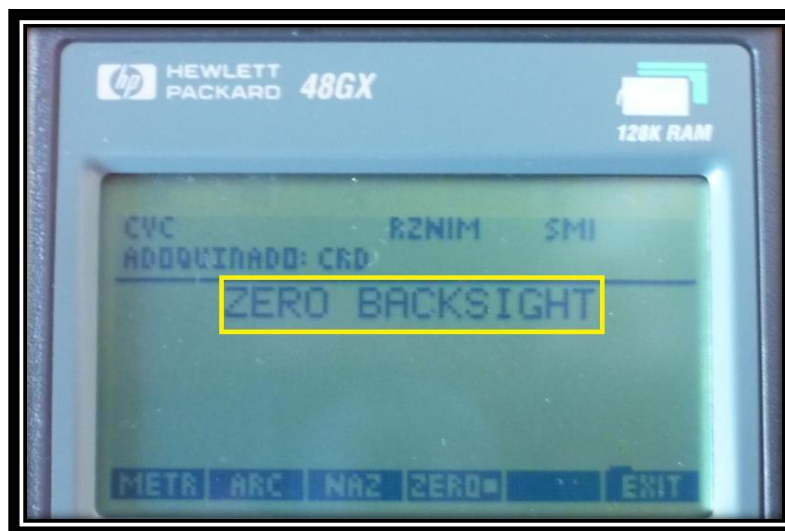


Figura 2.68 Mensaje de “Zero Backsight”

Ahora escogeremos en el colector la Estación con la cual trabajaremos en nuestro caso es la Estación Total Nikon DTM 330, para ello presionamos **SHIFT RT** como se muestra en la siguiente imagen:

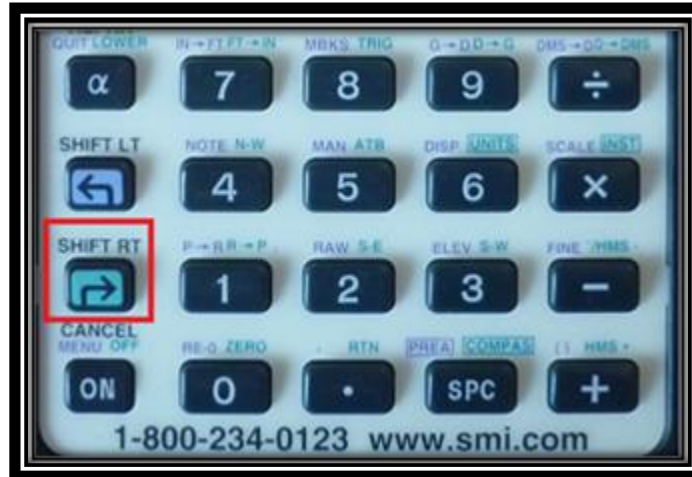


Figura 2.69 Tecla SHIFT RT

Una vez presionamos **SHIFT RT** inmediatamente presionamos **INST** como se observa en la siguiente figura:

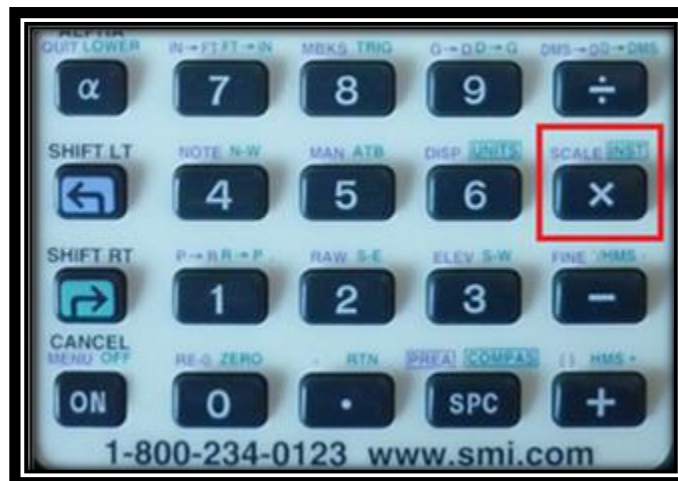


Figura 2.70 Tecla INST

Se nos desplegará la siguiente información en la pantalla del colector en donde podemos escoger la marca de la Estación que utilizaremos previo haber leído los modelos que podemos trabajar con el Colector:



Figura 2.71 Opciones de Instrumentos o tipos de Estaciones Totales

Presionamos la tecla suave “B” para seleccionar la marca **NIKON** nos mostrará el colector la siguiente pantalla en donde seleccionamos **SET** para que nos reconozca la Estación Total Nikon DTM 330:

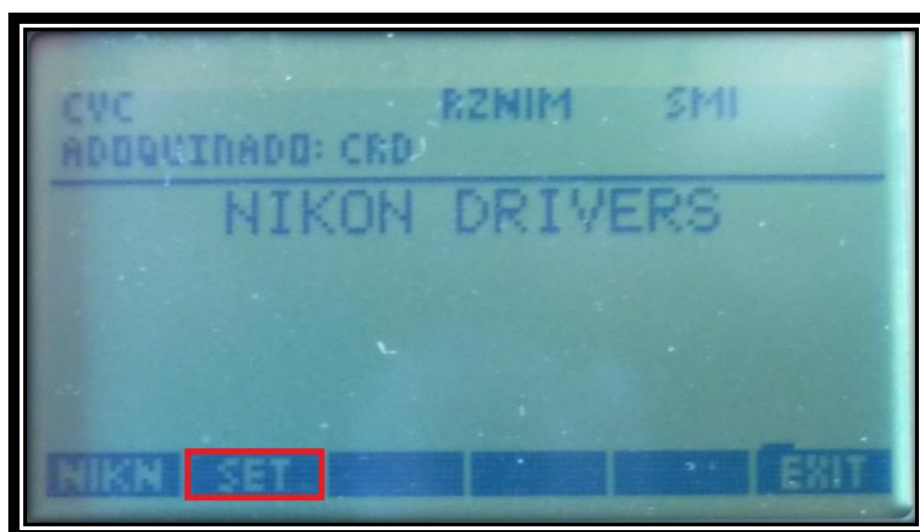


Figura 2.72 Opción SET

Y nos quedará el colector ya configurado, esperando para comenzar a realizar el levantamiento:

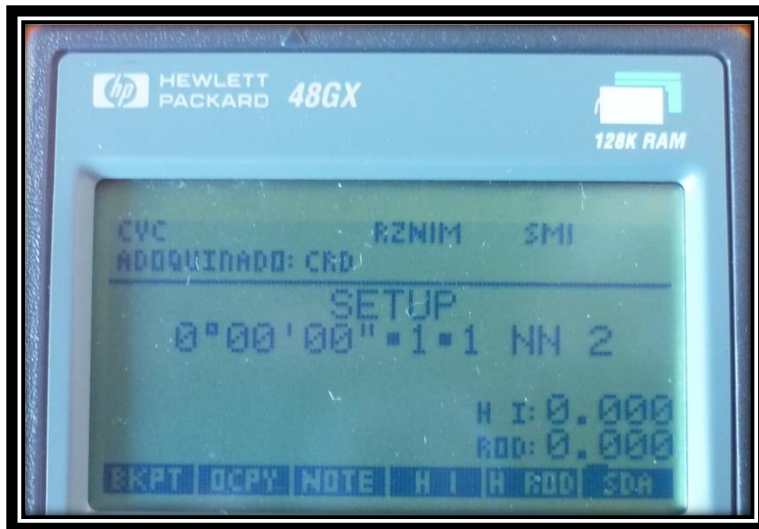


Figura 2.73 Pantalla del colector una vez configurados todos los parámetros y listo para comenzar el levantamiento.

2.21.3 Configuración de la Estación Total Nikon dtm 330

La Estación Total Nikon dtm 330 es la que se muestra en la siguiente imagen:



Figura 2.74 Estación Total Nikon DTM 330

Teclado de la Estación Total Nikon DTM 330 y la pantalla:



Figura 2.75 Teclado de la Estación Total Nikon DTM 330

Para iniciar la Estación Total Nikon DTM 330 presionamos la tecla **“PWR”** que se encuentra en la parte superior derecha del teclado de la misma:



Figura 2.76 Tecla PWR

Al encenderla la pantalla que nos muestra es la que se presenta en la siguiente imagen en donde tenemos “HA” que es la lectura de los ángulos horizontales, “VA” que es la lectura de los ángulos verticales, “SD” que es la distancia que estará leyendo en metros y el símbolo de batería cargada:



Figura 2.77 Símbolo de carga de la batería de la Estación Total

Ahora presionamos la tecla menú:



Figura 2.78 Tecla MENU

Al presionar **"MENU"** nos aparecerá la siguiente información en la pantalla de la Estación la cual se muestra en la siguiente imagen:



Figura 2.79 Menú Principal de la Estación Total

Ahora presionamos la tecla número **"3"** para seleccionar **"Sett"** como se muestra en la siguiente imagen:



Figura 2.80 Tecla "3" para seleccionar Sett

Al seleccionar “**Sett**” nos mostrará la siguiente información en la pantalla como lo muestra la imagen siguiente en donde están todos los parámetros que configuraremos como **Ángulos**, **distancia**, **coordenadas**, **unidades**, **comunicación** y **Otros**:

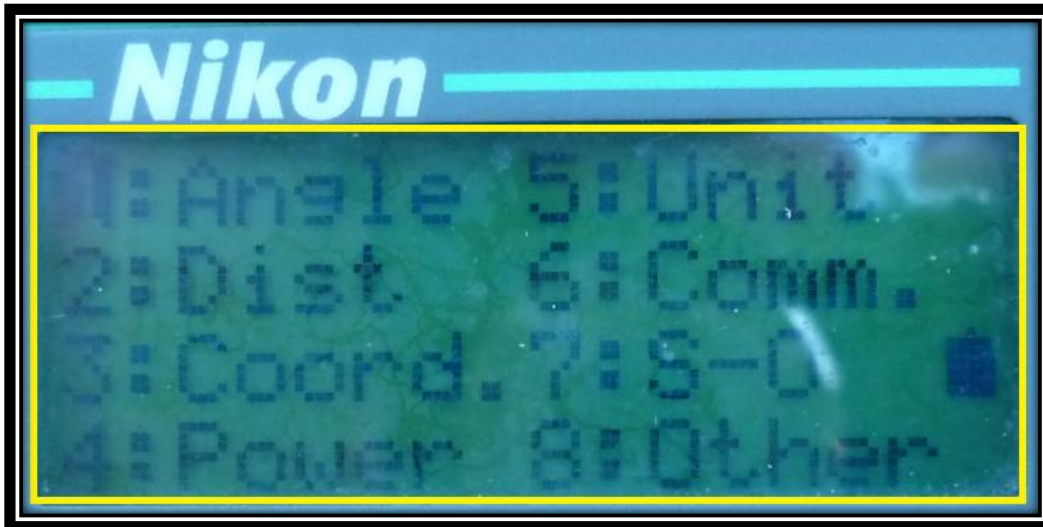


Figura 2.81 Menú de Sett

Presionamos la tecla “**1**” para seleccionar “**Angle**” como lo muestra la siguiente imagen:



Figura 2.82 Tecla 1 para seleccionar Angle

Al presionar la tecla “1” para seleccionar “Angle” nos presentará la siguiente información en la pantalla de la Estación que se muestra en la siguiente imagen:



Figura 2.83 Menú de Angle

Ahora presionamos la tecla “ESC” que se encuentra en la parte izquierda del teclado de la Estación:



Figura 2.84 Tecla “ESC” para salir del Menú

Y posteriormente volvemos a la siguiente pantalla en donde presionaremos la tecla “2” para seleccionar “Dist”:



Figura 2.85 Sub-menú Dist

Al seleccionar “Dist” nos presentará la siguiente pantalla que se muestra en la siguiente imagen en donde predeterminadamente nos aparece la escala 1.000000 y de esta manera la dejamos :



Figura 2.86 Sub-menú de Dist

Nuevamente presionamos “ESC” para volver al menú principal de “Sett” y presionamos la tecla “3” para seleccionar “Coord”

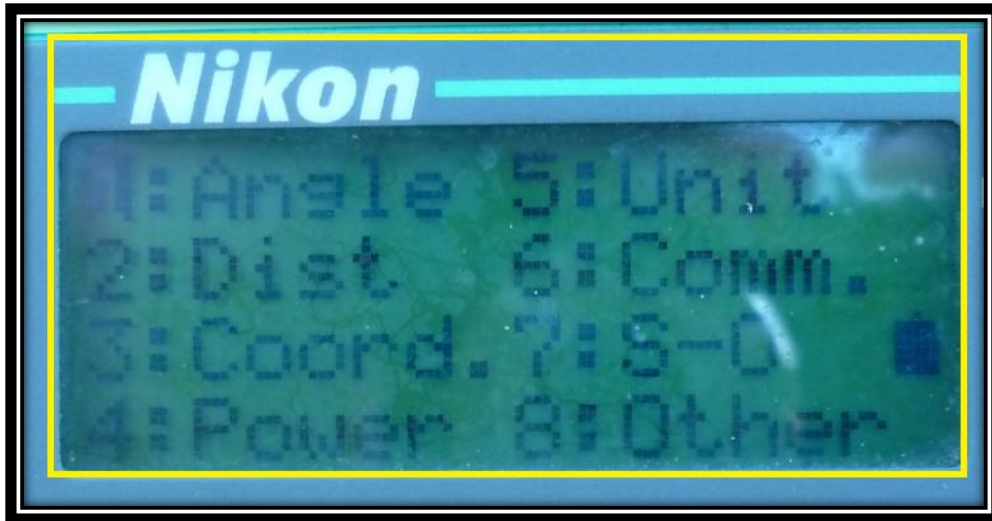


Figura 2.87 Menú principal de Sett

Al seleccionar “Coord” nos mostrará la siguiente información que se muestra en la imagen en donde vemos que está en “XYZ” tal y como se ha configurado en el colector y metros de la misma manera está en el colector:

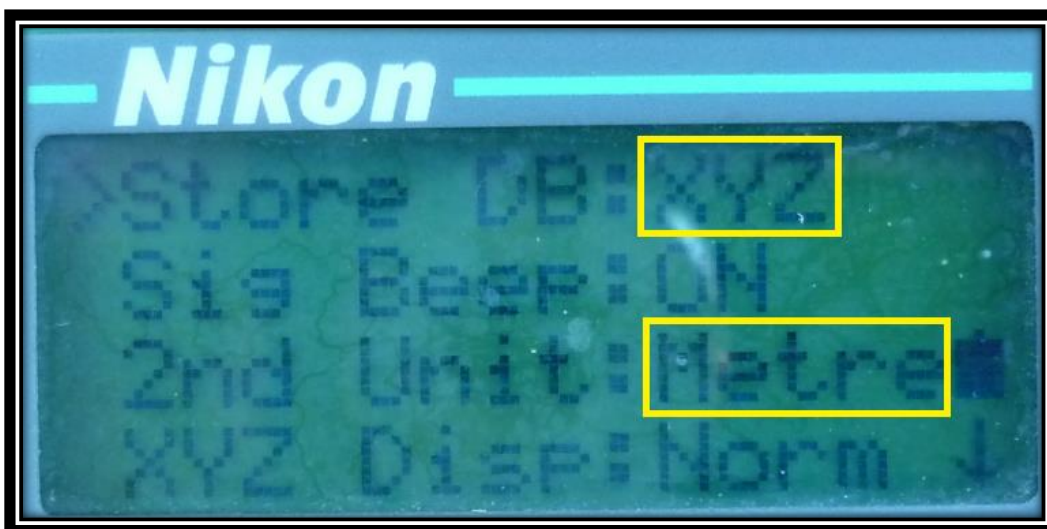


Figura 2.88 Coordenadas en las cuales está configurada la Estación

Después nos desplazamos hacia abajo y encontramos la siguiente información:

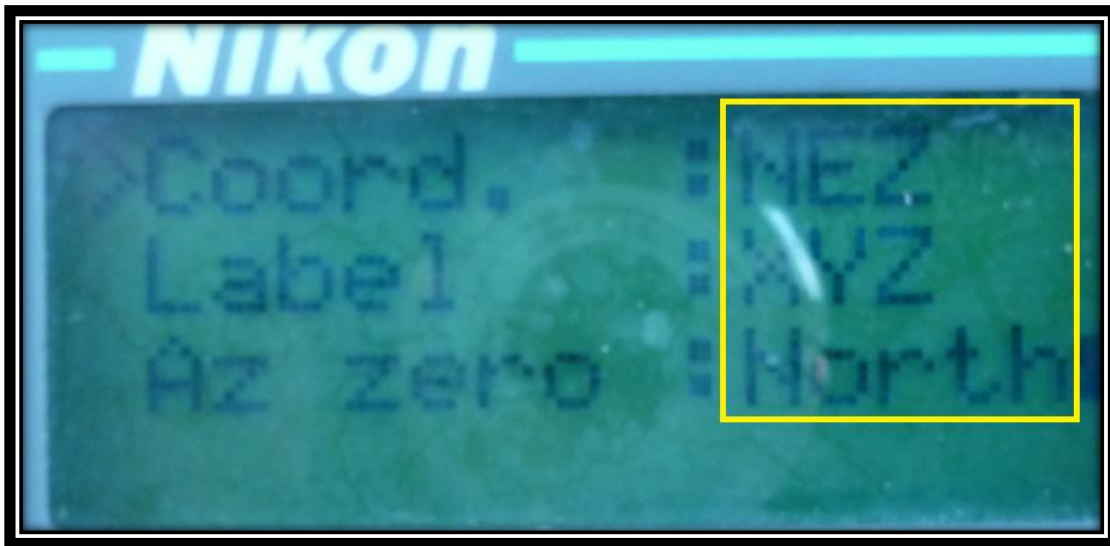


Figura 2.89 Coordenadas y el Norte como Azimut

Al ver que las coordenadas son coherentes con la que hemos escogido en la configuración del colector nos salimos del sub-menú "**Coordenadas**" presionando "**ESC**":



Figura 2.90 Tecla "ESC" para el menú

Ahora regresamos a al menú de “**Sett**” como se muestra en la siguiente imagen y seleccionaremos el sub-menú “**Unit**” presionando la tecla “**5**”:

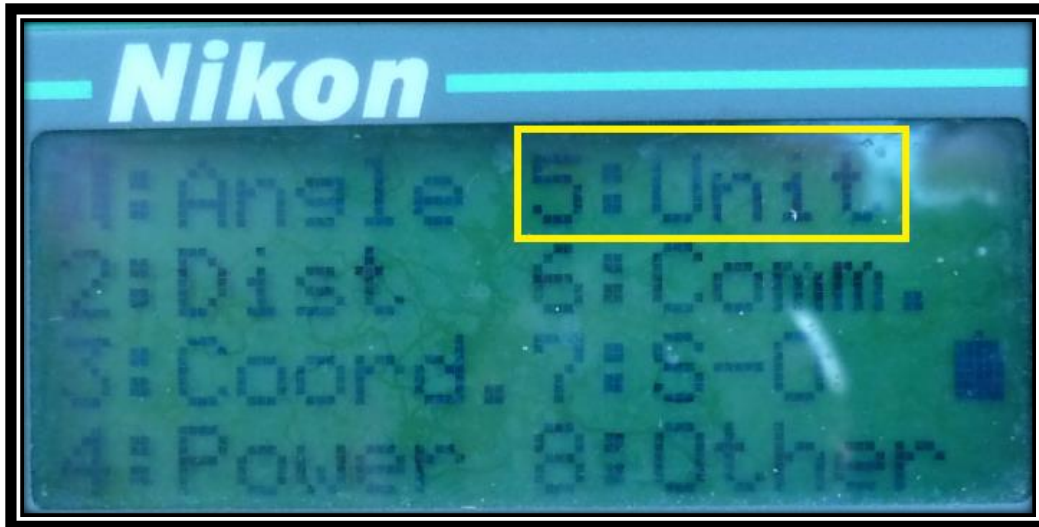


Figura 2.91 Sub-menú Unit

Después de presionar la tecla “**5**” para seleccionar “**Unit**” nos mostrará la pantalla que se muestra en la siguiente imagen en donde escogeremos las unidades en que nos presentará los ángulos, las distancias y configuraremos las unidades de la temperatura y presión, después presionamos “**ESC**” para regresar al menú de “**Sett**”:



Figura 2.92 Sub-menú de Unit

Al presionar “**ESC**” regresamos a la siguiente pantalla en donde seleccionaremos “**Comm**” en donde estableceremos la comunicación de la Estación con el Colector:



Figura 2.93 Sub-menú “Comm”

Al seleccionar “**Comm**” se nos presentará la siguiente pantalla, éste es uno de los pasos más importantes ya que es aquí en donde configuramos los parámetros para que la Estación nos reconozca el Colector:

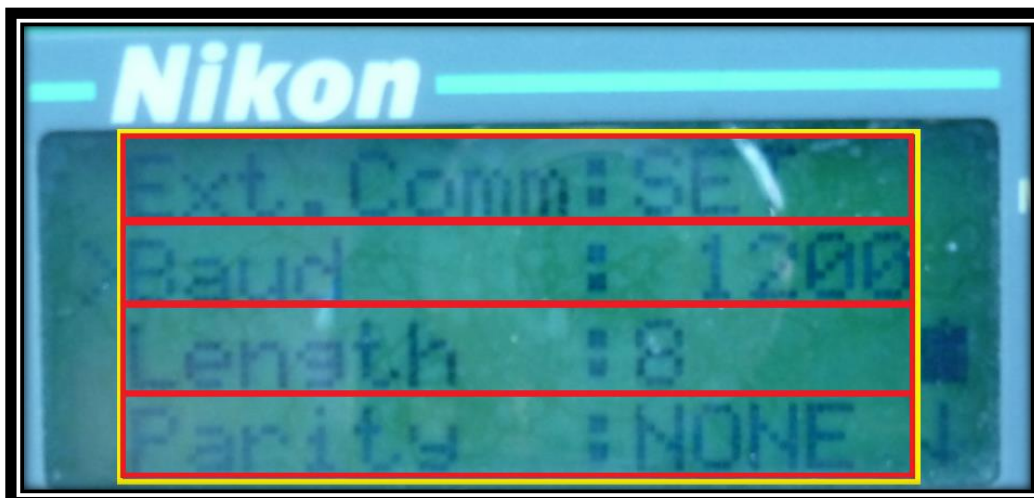


Figura 2.94 Parámetros para que la Estación reconozca al Colector

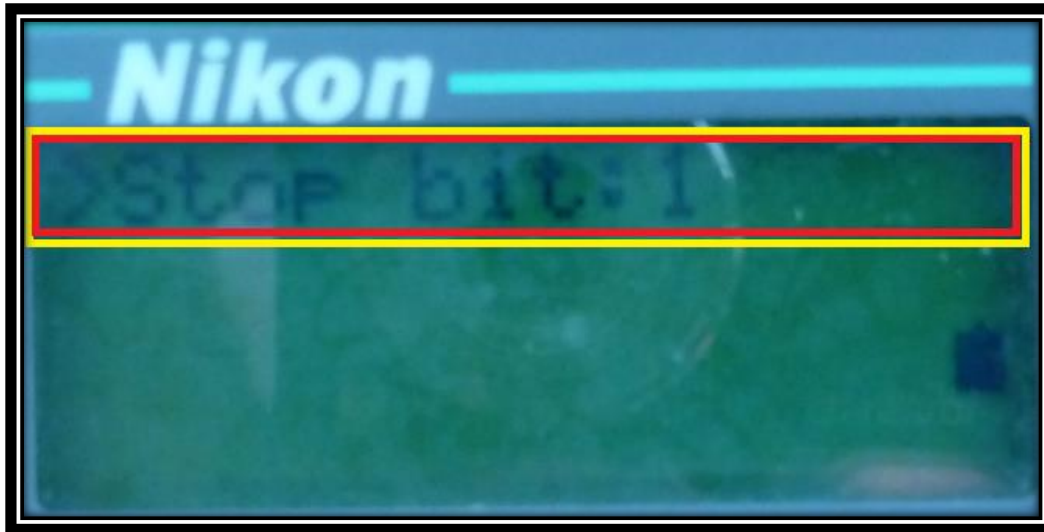


Figura 2.95 Parámetro para que la Estación reconozca el Colector

Para que la Estación reconozca el Colector tiene que tener configurados los parámetros siguientes:

Ext. Comm: SET

Baud : 1200

Length : 8

Parity : NONE

Stop bit : 1

Todos los parámetros anteriores son los que se tienen que configurar ya que son éstos los que harán que el colector con el Software SMI CVC VERSION 7 nos reconozca la Estación Total Nikon DTM 330.

Este software nos reconoce las siguientes estaciones:

- **NIKON**

Driver	Modelos	Configuración
NIKN	Series, C-100, D-50, DTM	4800-None-8-1
SET	DTM	1200-None-8-1

- **Pentax**

Driver	Modelos	Configuración
PENT	PTS-III, 305, 310, PTS 10, PCS-1, PCS-2, SERIES 500, PTS V5	1200-None-8-1
PNT2	PCS-2	1200-None-8-1
2WAY	PTS V3	1200-None-8-1

- **Sokkia/Lietz**

Driver	Modelos	Configuración
LIETZ	SET´s: SET2, SET3, SET4, SET5, SET6, SET10	1200-None-8-1
SOKKI	SET´sB: SET2B, SET3B, SET4B,SET5B	1200-None-8-1

- **Topcon**

Driver	Modelos	Configuración
GTS3	GTS 200´s	1200-Even-7-1
GTS3	GTS3B, C; 300´s	1200-Even-7-1
GTS4	GTS-4, GTS 400´s	1200-Even-7-1
GTS5	GTS 500´s	1200-Even-7-1
GTS6	GTS 600´s	1200-Even-7-1
ET-1	ET-1	1200-Even-7-1
ET-2	ET-2	1200-Even-7-1
CTS-1	CTS-1, GTS3,ET-2	1200-Even-7-1

GMT1	GMT-100	1200-Even-7-1
800	(Robotic) GTS-800's	9600-None-8-1
APL1A	(Robotic) AP-L1A	9600-None-8-1
APL1	(Robotic) AP-L1	9600-None-8-1

- **Trimble**

Driver	Modelos	Configuración	Tarjeta	Versión
TTS	Trimble serie 300 y 500	1200-None-8-1	DCE+	7.00s
330	Serie 3300	9600-None-8-1	DCE+	7.00s
3600	Serie 3600	9600-None-8-1	DCE+	7.00s
5600	Serie 5600	Variable-None-8-1	CVCR+	7.00s

2.22 CENTRAR LA ESTACIÓN TOTAL

1. Elegimos adecuadamente un lugar en la cual tengamos una visibilidad a todos los puntos que necesitamos observar, si hay árboles y otros obstáculos tratamos de evadirlos, si esto no se puede hacer entonces tendremos que hacer uso de técnicas como amarres por normales para evadir dichos obstáculos.

2. Ya tenemos el lugar elegido. Lo señalizamos con un clavo de acero si es cemento o un trompo de madera más un clavo incrustado en el centro del trompo si es tierra, también debemos de dejarlos debidamente rotulados en cualquier lugar cerca del trompo ya que es posible volver en un futuro al lugar y si se han perdido nuestros puntos de referencia tendremos que realizar el trabajo completo nuevamente.



Figura 2.96 Punto de Estacionamiento

3. Tomamos el trípode y lo situamos dentro del área del punto mirando por arriba si está el punto elegido en la vertical. Esto se hace para ahorrar trabajo posterior ya que se puede dar el caso de estar haciendo movimientos con el trípode en exceso habiéndolos evitado si lo colocamos dentro del área correcta.



Figura 2.97 Tornillo sujetador

4. Desplegamos el trípode a una altura como a la mitad del pecho y colocamos la base lo más horizontal posible para luego nos sea más fácil nivela la Estación Total.



Figura 2.98 Trípode

5. Ahora colocamos la Estación Total en la base del trípode. Es muy importante ya que no ha de recibir ningún golpe la Estación en su traslado ya que haría descalibrar el aparato internamente. Desde el compartimiento de la maleta, con las dos manos con fuerza y con mucho precaución tomamos la estación y la colocamos en la base del trípode..



Figura 2.99 Estación en Estuche



Figura 2.100 Estación colocada en base

6. Una vez colocada la Estación Inmediatamente la sujetamos con el tornillo sujetador del trípode para evitar la caída del aparato como se muestra en la siguiente imagen:



Figura 2.101 Sujetando la Estación

7. Ahora vamos a poner la Estación en el punto que hemos clavado/pintado en el suelo. Para mayor facilidad de encontrar nuestro punto pondremos el zapato como se muestra en la figura.



Figura 2.102 Localizando punto de Estacionamiento

8. Miramos por la plomada óptica de la Estación que tiene un prisma perpendicular que está alineado con el eje vertical del aparato.



Figura 2.103 Plomada Óptica

9. Tomamos el trípode y sujetamos una de sus patas y con las otras dos movemos todo el conjunto mirando a su vez por la plomada óptica. Dado que la vista panorámica es muy reducida es importante tener el zapato para encontrar el punto. Cuando lo encontremos, lo dejamos dentro de las circunferencias concéntricas que observamos en la plomada óptica.

10. Ahora hay que nivelar la Estación. Hay dos niveles de burbuja, uno tubular (más preciso) y otro esférico (menos preciso).

11. Nivelación con el nivel esférico

Usaremos las patas del trípode para nivelar

- Observamos en qué dirección está la burbuja
- Si la burbuja está en la dirección contraria a una de las patas moveremos esa pata hasta hacer que esté en el lado contrario de otra de las patas y así hasta hacer que esté nivelado.

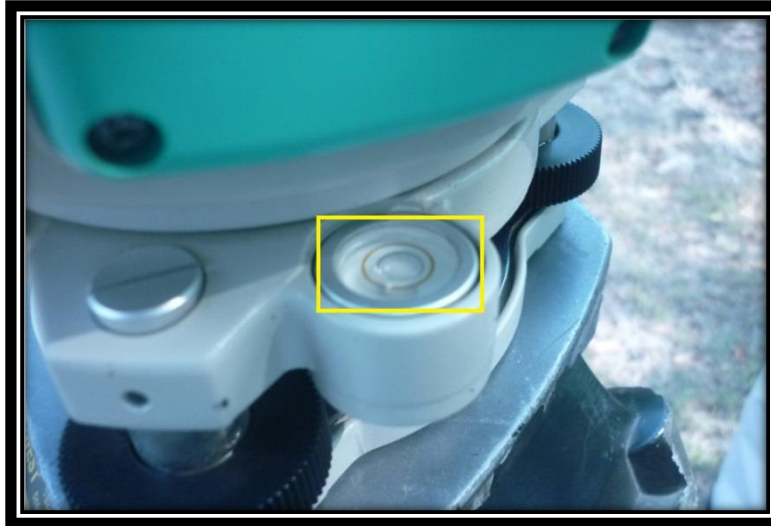


Figura 2.104 Nivel Esférico

12. Ahora que tenemos nivelado el nivel esférico nivelaremos el tubular. Para ello usaremos los tornillos nivelantes, según las vayamos necesitando.

- Alineamos la burbuja a uno de los lados de la base
- Hacemos girar dos tornillos al mismo tiempo hacia afuera o hacia adentro hasta que la burbuja quede centrada.
- Giramos la Estación 90° respecto al lado que la habíamos alineado
- Volvemos a nivelar la burbuja pero solo con el tornillo que no habíamos usado.
- En este momento ya tenemos nivelado el aparato, pero debemos mirar por la plomada óptica ya que con la nivelación de las burbujas es posible se nos haya desplazado del punto de Estación que tenemos en el suelo. Entonces desenroscamos ligeramente el tornillo sujetador y volvemos a mirar por la plomada al mismo tiempo que desplazamos la Estación por la base del trípode hasta que dejemos el punto dentro de las circunferencias concéntricas de la plomada. Si es necesario nivelaremos nuevamente las burbujas.

13. Una vez realizados todos estos pasos tenemos nivelada la Estación Total.

2.23 CAPTURA DE PUNTOS USANDO LA HP 48 GX

Una vez configurada la Estación y el colector los conectamos como se muestra en la siguiente figura:



Figura 2.105 Colector y Estación Conectados

Para comenzar nuestro trabajo hay que tener presente que se utiliza “**SIDS**” para amarrar todos los detalles del levantamiento que necesitamos guardar:

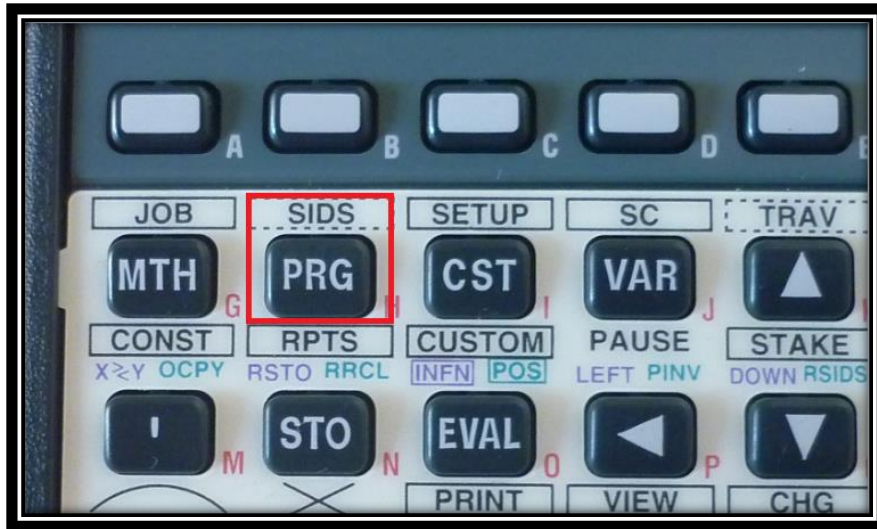


Figura 2.106 Tecla “SIDS” para capturar detalles

Y para trasladarnos a lo largo de los puntos de nuestra poligonal se utiliza “**TRAV**”:

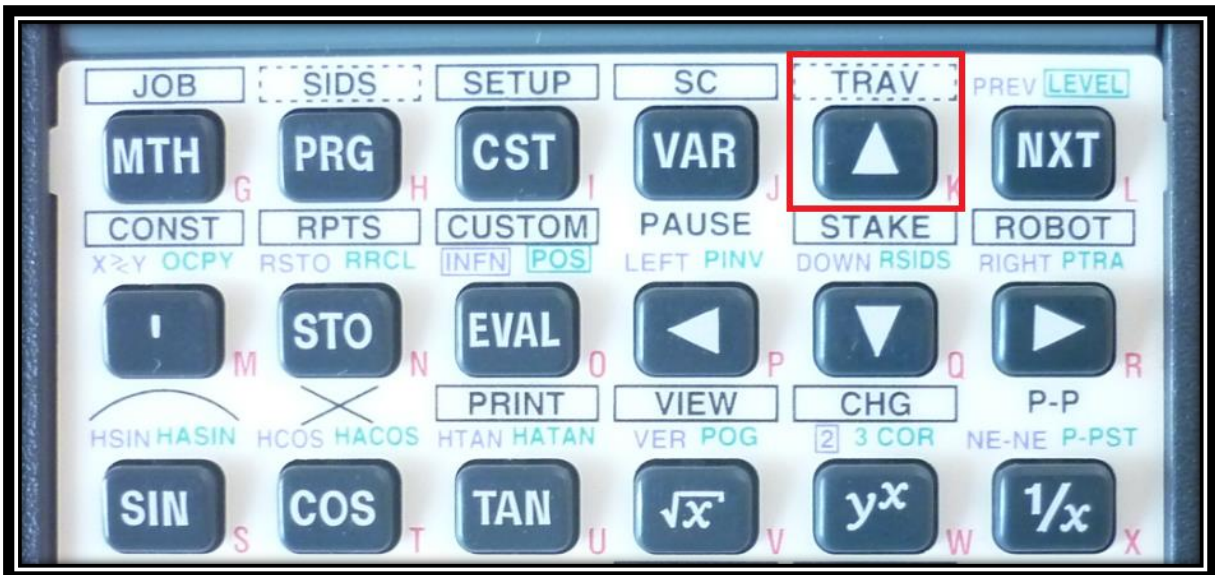


Figura 2.107 Tecla “TRAV” para Traslarse de Estacionamientos

Una vez centrados en nuestro primer punto de la poligonal y conectados el Colector y la Estación Total, comenzamos la captura de puntos localizamos con la Estación el primer punto de interés y presionamos “**SIDS**” y la pantalla del Colector se nos muestra de la siguiente manera:

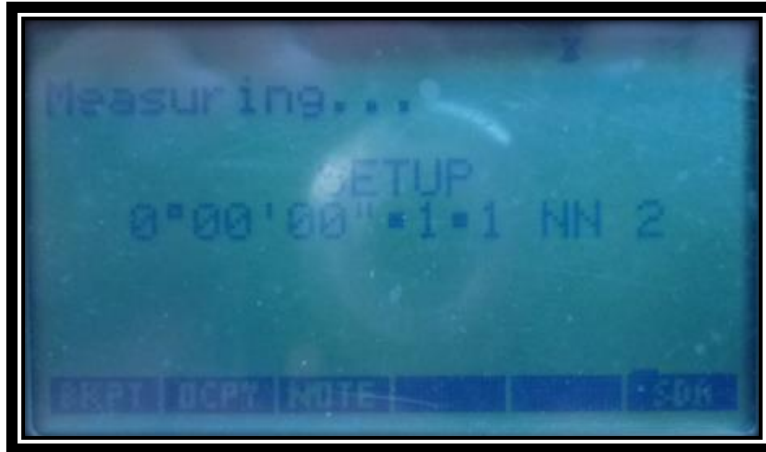


Figura 2.108 Colector esperando ángulo y distancia

Al momento de que la Estación manda al Colector el ángulo y distancia nos muestra la siguiente pantalla en la cual colocaremos el número de punto en el cual comenzaremos nuestro trabajo:

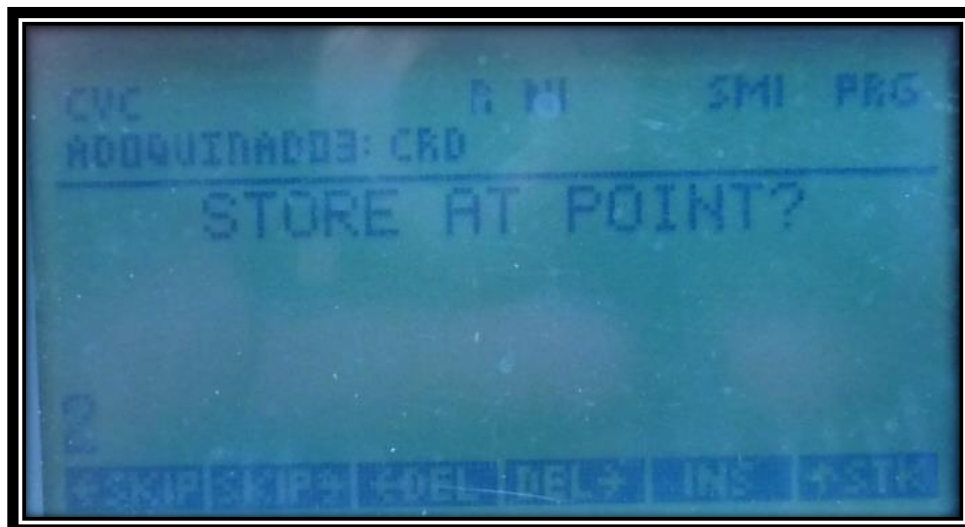


Figura 2.109 Número de punto grabado

Le colocaremos **“50”** como se muestra en la siguiente imagen y presionamos **“ENTER”**:



Figura 2.110 Asignando número de punto

Al dar **“ENTER”** nos muestra la siguiente pantalla en donde nos pregunta que nota le asignaremos a este punto es decir la descripción del punto:

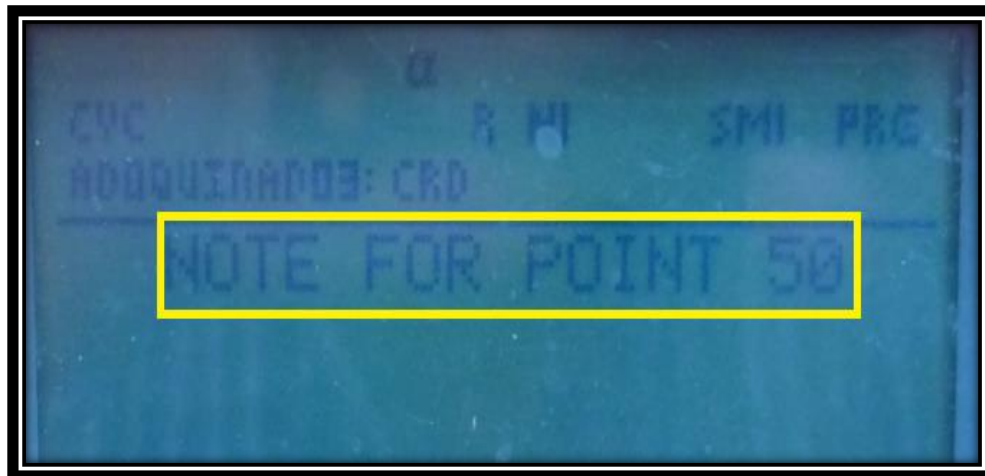


Figura 2.111 Nota que se asignará al punto grabado

Le asignaremos la descripción de “**CUNETA**” como se muestra en la imagen siguiente y presionamos “**ENTER**”:

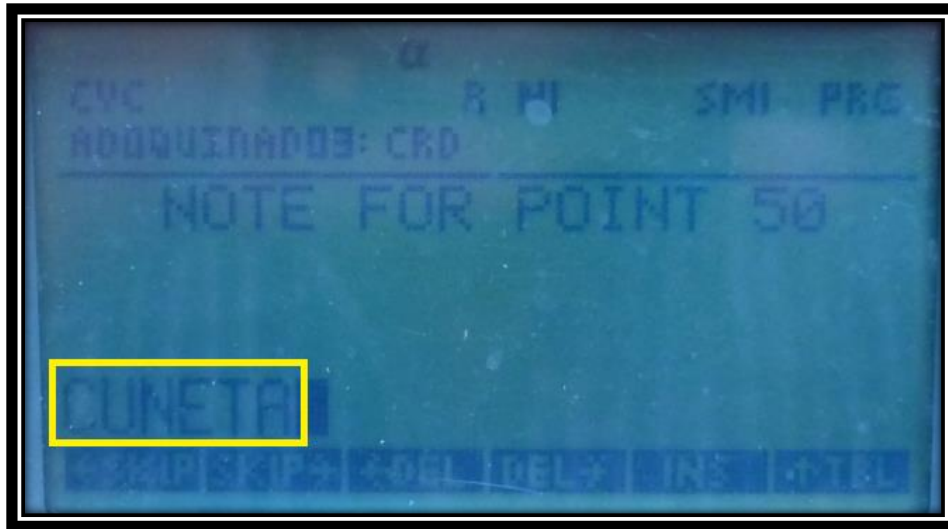


Figura 2.112 Nota Asignada al punto grabado

Al presionar “**ENTER**” nos muestra la pantalla de inicio en donde podemos ver que el último punto grabado es el “**50**” el próximo a grabar es el “**51**”:

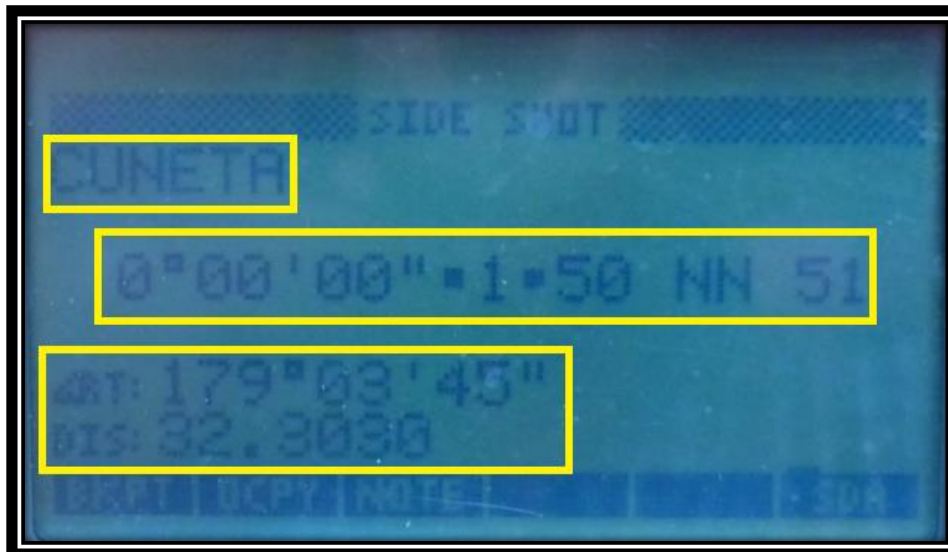


Figura 2.113 Pantalla del Colector mostrando el punto grabado

Y realizamos el mismo procedimiento para todos los puntos que podamos grabar desde nuestro primer punto de poligonal donde estamos centrados.

Cuando nos trasladaremos a otro punto localizamos el objetivo, y presionamos “TRAV” y el colector entenderá que el siguiente disparo será estando en nuestro siguiente punto de poligonal,

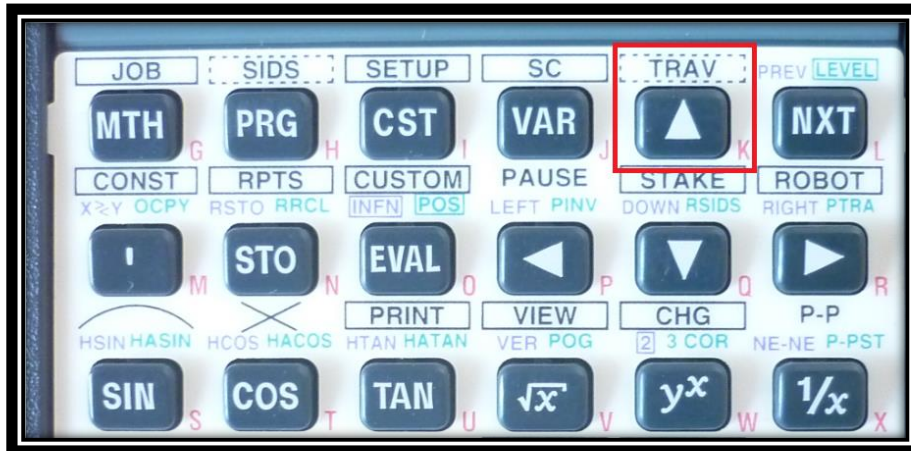


Figura 2.114 Tecla “TRAV”

Y se nos mostrará la pantalla del colector de la siguiente manera:



Figura 2.115 Colector recibiendo ángulo y distancia

Después una vez recibidos el ángulo y distancia se muestra la siguiente pantalla en donde colocaremos “2” ya que es el segundo estacionamiento:

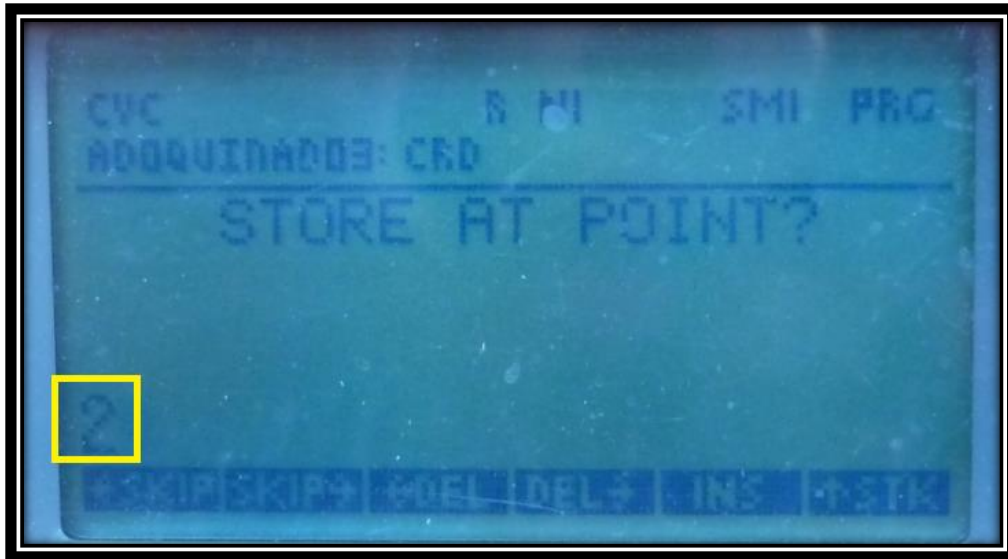


Figura 2.116 Asignando número de punto al siguiente Estacionamiento

Una vez hecho lo anterior, apagamos el Colector y la Estación Total las desconectamos y nos posesionamos en el punto “2” y volvemos a realizar el mismo proceso descrito anteriormente esta vez vemos **atrás** a el punto “1” y enviamos el “0” y seguimos realizando el trabajo.

2.24 COMPENSACIÓN DE POLIGONALES USANDO EL COLECTOR

Para realizar la compensación de poligonales y elevaciones primero debemos realizar una copia del trabajo del cual se compensará la poligonal auxiliar y los detalles para ello primero presionamos “JOB”:

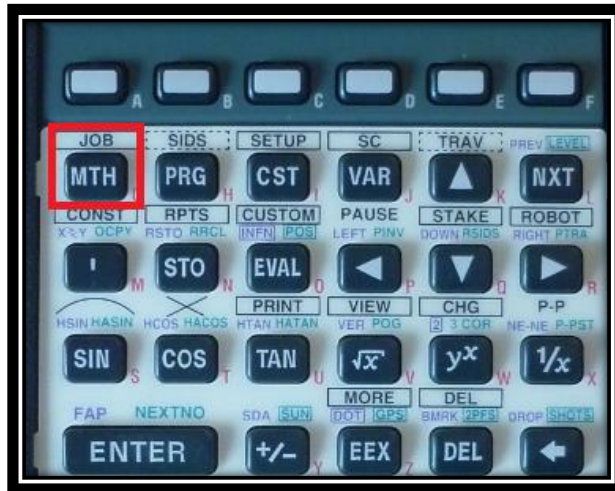


Figura 2.117 Presionando la tecla “JOB”

Al presionar “JOB” nos mostrará la siguiente pantalla que se muestra en la figura:



Figura 2.118 presionando “COPY”

En la pantalla anterior presionaremos la tecla suave “B” para seleccionar “COPY” y nos mostrará la siguiente pantalla en donde nos desplazaremos hasta llegar al trabajo que copiaremos y damos “ENTER”:

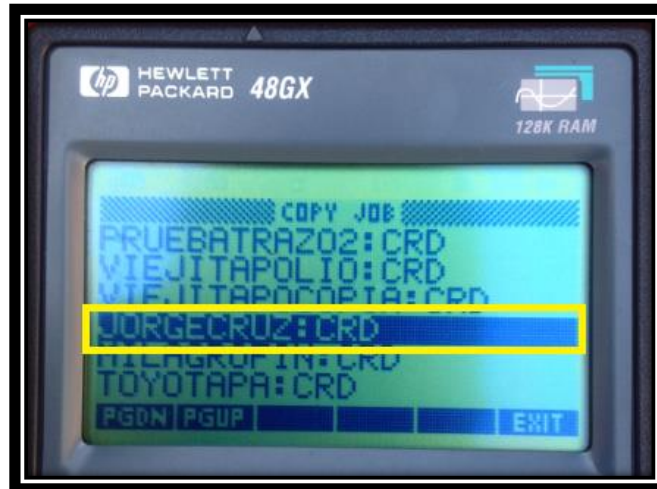


Figura 2.119 Selección de Trabajo original

Al dar “ENTER” nos mostrará la siguiente pantalla en donde nos pregunta que nombre le pondremos:

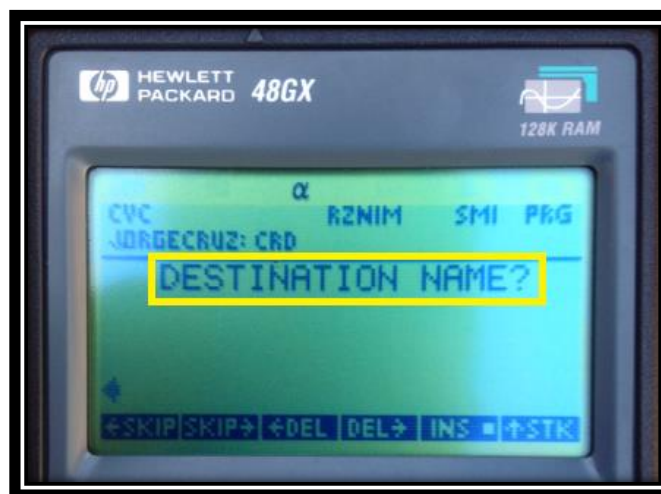


Figura 2.120 Nombre que se le asignara a la copia del trabajo

Le colocaremos “**JORGECOPIA44**” como se muestra en la siguiente imagen:



Figura 2.121 Asignación del nombre de la copia del trabajo

Posteriormente al dar “**ENTER**” nos mostrará la siguiente pantalla en donde nos preguntará donde guardaremos el trabajo si en la Memoria RAM (CRD) o en la Memoria de la Calculadora (48M) :

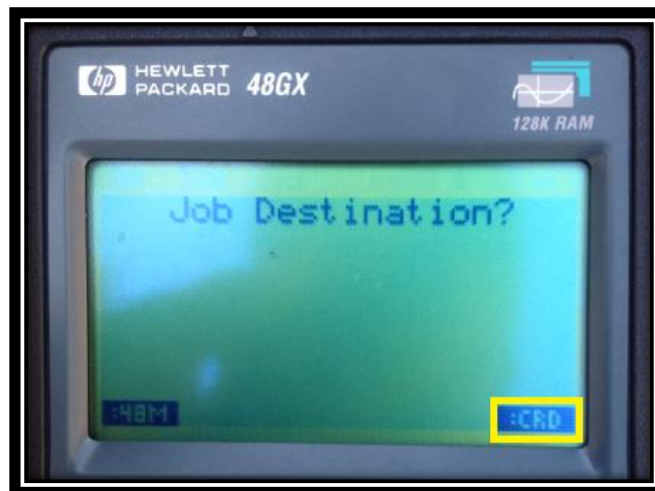


Figura 2.122 Destino del Trabajo la Memoria RAM o la Memoria de la Calculadora

Una vez guardado el trabajo nos mostrará la siguiente pantalla que se muestra en la figura:

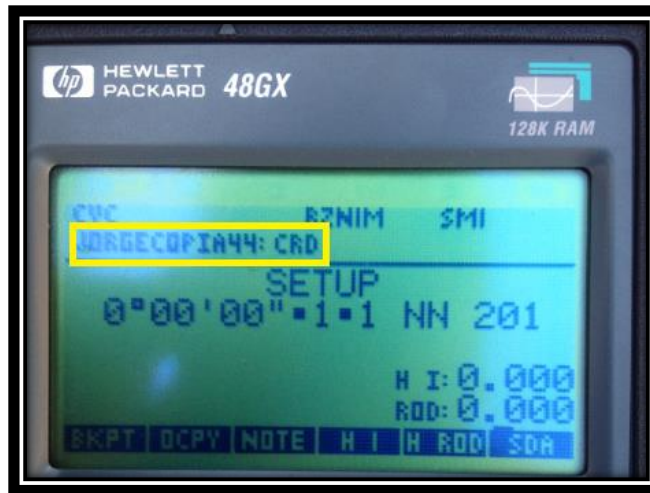


Figura 2.123 Pantalla de inicio del trabajo guardado

Posteriormente presionamos la tecla de “N” para seleccionar “**Random Points**” que es el rango de puntos que componen la poligonal y los detalles como se muestra en la siguiente imagen:

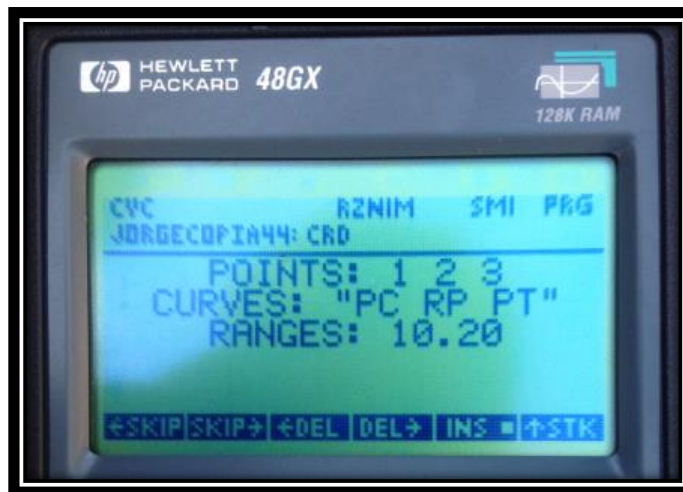


Figura 2.124 Pantalla de inicio de “Random Points”

Una vez establecidos en la pantalla de inicio de Random Points comenzamos a digitar el rango de puntos que componen la poligonal auxiliar como también los detalles como se muestra en las siguientes imágenes:

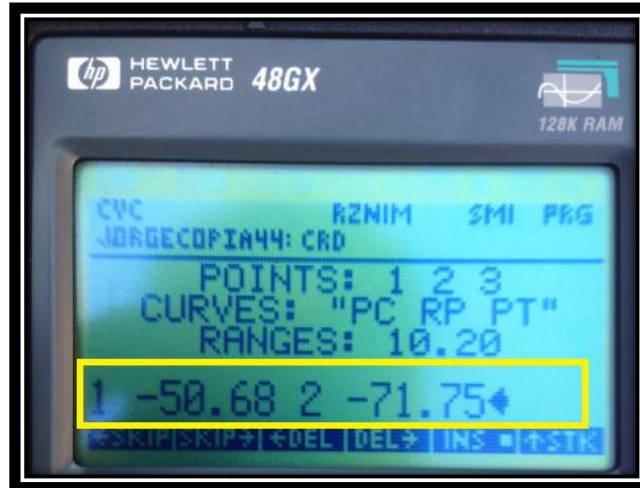


Figura 2.125 Introducción de intervalos de puntos

Podemos observar en la imagen anterior que tenemos esta nomenclatura:

1 -50.68 que significa que de la Estación #1 amarramos los puntos del 50 al 68 el primer punto que conforma el intervalo lo digitamos negativo indicando que son SIDS SHOT y el último positivo como se logra visualizar en la imagen anterior.

2 -71.75 que significa que de la Estación #2 amarramos los detalles del 71 al 75 y siempre el primer intervalo de los detalles irá negativo y el último positivo como se logra ver en la imagen anterior.

Cuando digitamos el último rango de puntos tenemos que tener mucha precaución de cerrar en el mismo punto donde iniciamos como se muestra en la siguiente imagen que en la última Estación que es la número 12 amarramos el último detalle que es el punto 169 y cerramos en la Estación #1:

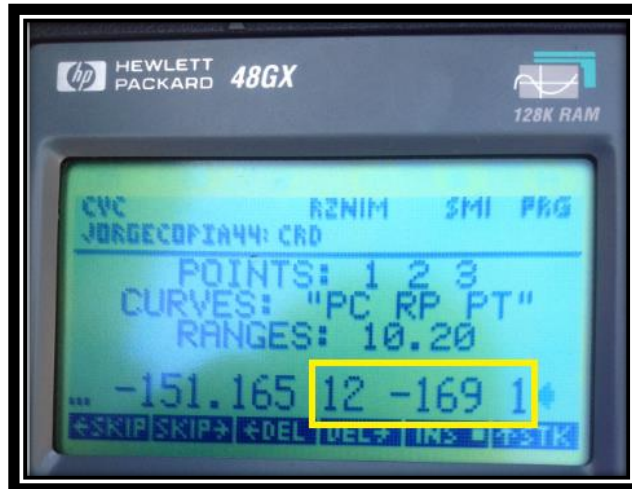


Figura 2.126 Cierre del intervalo de puntos

Posteriormente presionamos “ENTER” y nos mostrará la siguiente pantalla:



Figura 2.127 Random Points finalizado

Presionamos “NXT” para desplazarnos en la pantalla y llegar a la opción “CR” que es aplicando la regla del “COMPASS”:

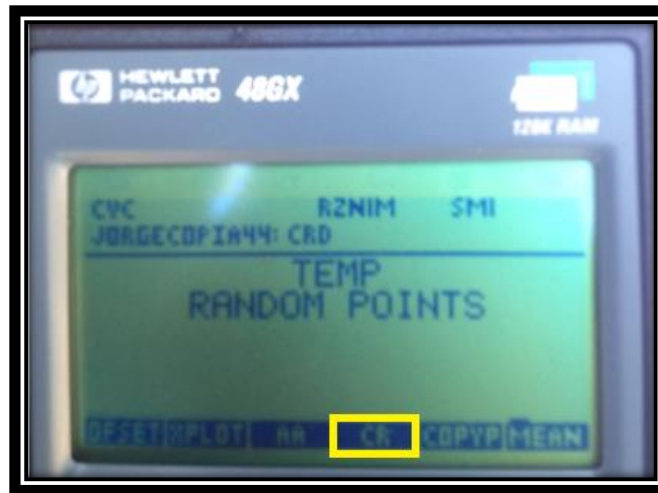


Figura 2.128 Selección de “CR”

También le decimos que nos haga el ajuste en las Elevaciones presionando “ELADJ” como se muestra en la siguiente pantalla:

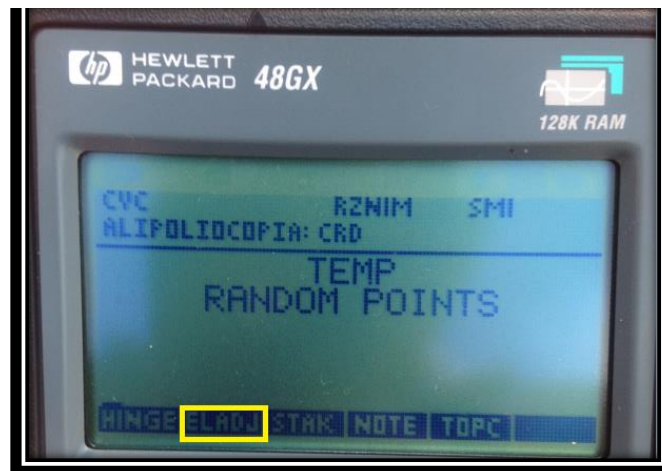


Figura 2.129 Selección “ELADJ”

Cuando seleccionamos “CR” y posteriormente “ELADJ” el software comenzará a calcular la compensación y nos mostrará la pantalla que se muestra en la figura:

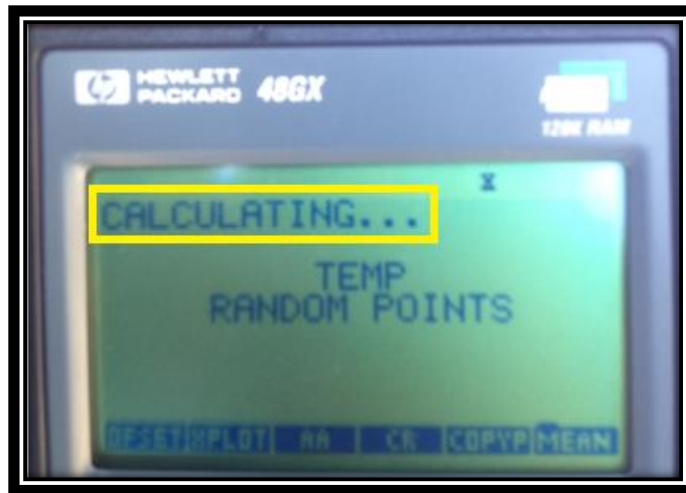


Figura 2.130 Calculando la Compensación de la poligonal y Elevaciones

Cuando el software esté calculando cada compensación de cada punto en planimetría y altimetría nos mostrará la siguiente pantalla para cada punto rápidamente:

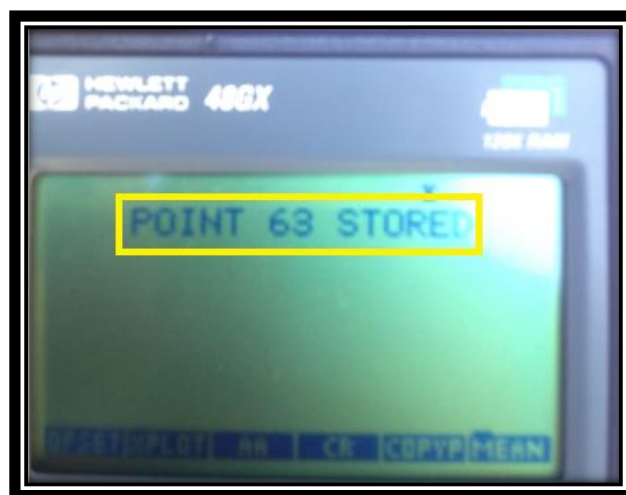


Figura 2.131 Guardando los puntos compensados

Cuando termine de hacer la compensación nos mandará el siguiente mensaje:



Figura 2.132 Compensación Finalizada

Posteriormente podemos volver a **"RANDOM POINTS"** y calcular la precisión y veremos que la compensación ha sido realizada satisfactoriamente:

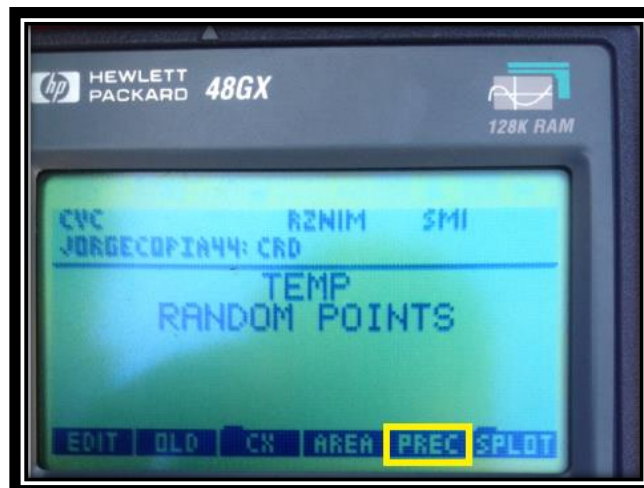


Figura 2.133 Selección "PREC"

Al seleccionar “PREC” nos mostrará la siguiente pantalla:

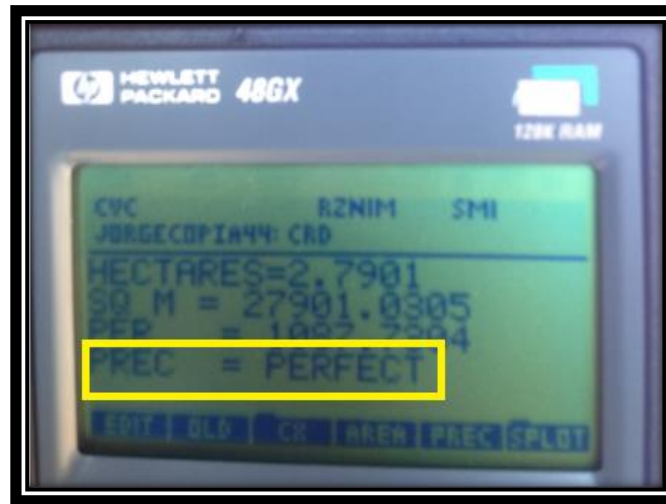


Figura 2.134 Precisión Perfecta

Una vez tenemos la compensación podemos compararla con los puntos originales y los puntos compensados y podremos ver la diferencia como se muestra en la siguiente imagen:

PUNTOS ORIGINALES					PUNTOS COMPENSADOS				
1	5000	5000	100	PLG1	1	5000	5000	100	PLG1
2	5192.8534	5023.7506	103.0665	PLG2	2	5192.8644	5023.7607	103.0684	PLG2
3	5278.9131	5080.1428	93.7692	PLG3	3	5278.9204	5080.1436	93.7595	PLG3
4	5367.2125	5119.7163	106.5657	PLG4	4	5367.2128	5119.7265	106.5565	PLG4
5	5335.644	5233.384	93.859	PLG5	5	5335.6397	5233.3731	93.8497	PLG5
6	5266.7482	5196.1925	99.3045	PLG6	6	5266.7371	5196.1834	99.2944	PLG6
7	5239.871	5166.9805	92.837	PLG7	7	5239.8612	5166.9488	92.8471	PLG7
8	5237.3785	5076.8015	93.036	PLG8	8	5237.3657	5076.8195	93.0259	PLG8
9	5148.8412	5066.4862	98.236	PLG9	9	5148.8571	5066.4437	98.233	PLG9
10	5052.4312	5069.2715	94.987	PLG10	10	5052.4414	5069.2793	94.9883	PLG10
11	4948.3005	5036.847	95.603	PLG11	11	4948.2906	5036.8365	95.6025	PLG11
12	4948.801	5018.213	97.2415	PLG12	12	4948.7999	5018.2103	97.2407	PLG12
50	4928.3514	4970.8542	91.0023	CA	50	4928.3759	4970.8295	91.0132	CA
51	4932.875	4971.8521	92.235	CA	51	4932.8848	4971.8429	92.2298	CA
52	4938.2523	4972.6575	93.008	CA	52	4938.2032	4972.6674	93.0094	CA
53	4949.301	4973.5414	93.4451	CA	53	4949.3002	4973.5511	93.4364	CA
54	4960.0514	4974.9215	94.301	CA	54	4960.0509	4974.9211	94.292	CA
55	4971.108	4976.945	95.267	CA	55	4971.007	4976.923	95.242	CA
56	4980.394	4978.215	96.8815	CA	56	4980.3814	4978.206	96.8754	CA
57	4984.3651	4978.2851	97.1652	ACC	57	4984.3637	4978.2709	97.1619	ACC
58	4994.632	4980.1526	95.9265	ACC	58	4994.6307	4980.1426	95.9166	ACC
59	5006.3052	4982.078	95.5638	CA	59	5006.3247	4982.0622	95.5641	CA
60	5018.8562	4984.148	94.526	CA	60	5018.8214	4984.1392	94.4635	CA
61	5031.2836	4986.2596	93.839	CA	61	5031.2728	4986.2388	93.839	CA

Figura 2.135 Comparación de puntos originales con los puntos compensados

2.25 CARGA Y DESCARGA DE PUNTOS USANDO SOKKIA IO UTILITY

2.25.1 Descarga de puntos

Para comenzar la descarga de puntos tenemos que tener conectado el colector a la computadora como se muestra en la siguiente imagen:



Figura 2.136 Computadora y Colector conectados para la descarga de puntos

Ahora iniciamos el colector y nos vamos al trabajo que necesitamos descargar:



Figura 2.137 Pantalla del Trabajo que se descargará

Iniciamos el programa Sokkia IO Utility:



Figura 2.138 Programa Sokkia IO Utility

Al iniciar el programa nos muestra la pantalla que se presenta en la siguiente imagen:

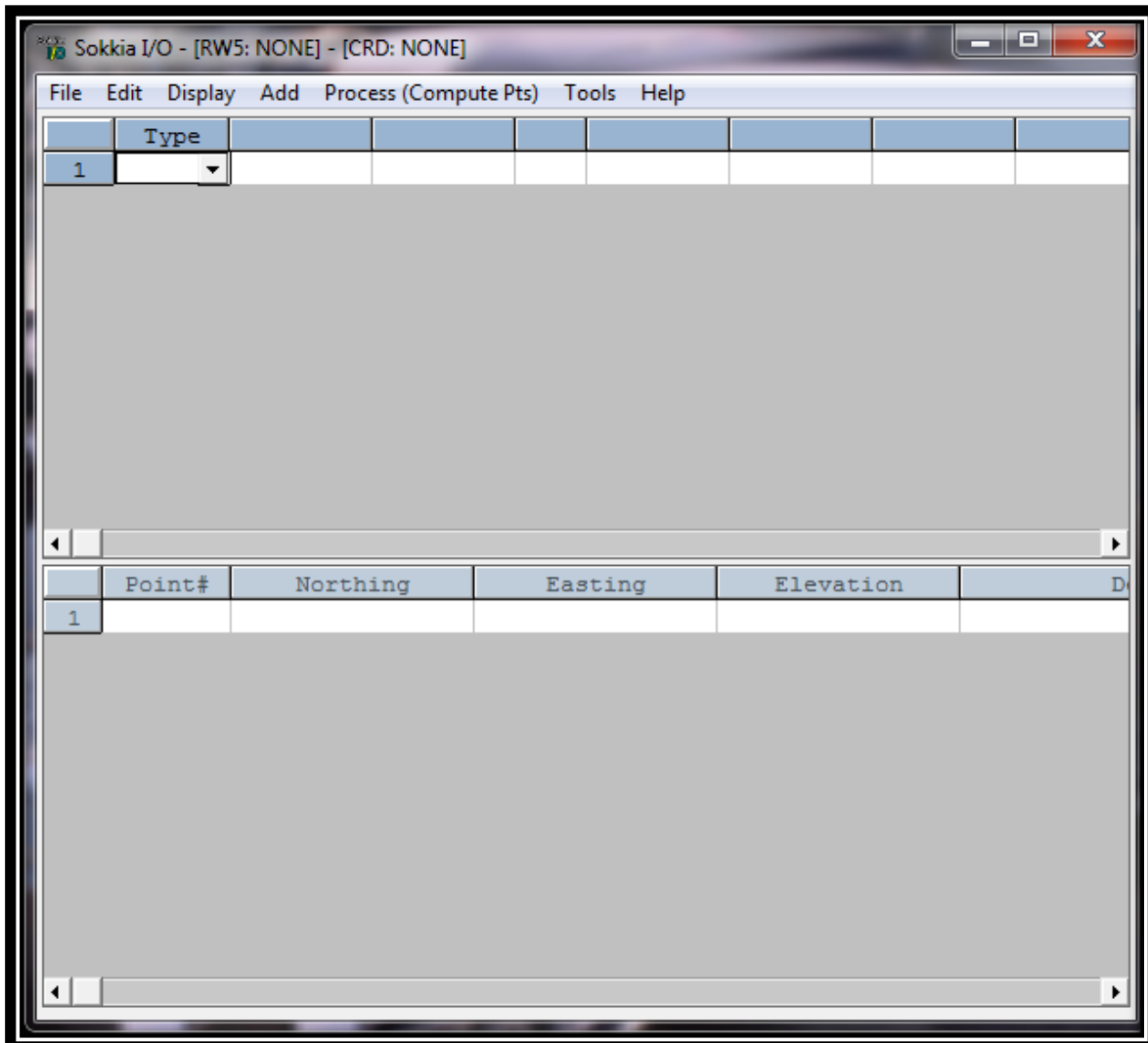


Figura 2.139 Pantalla de Inicio del Programa Sokkia IO Utility

Seleccionamos el menú **“Tools”** como se muestra en la siguiente imagen:

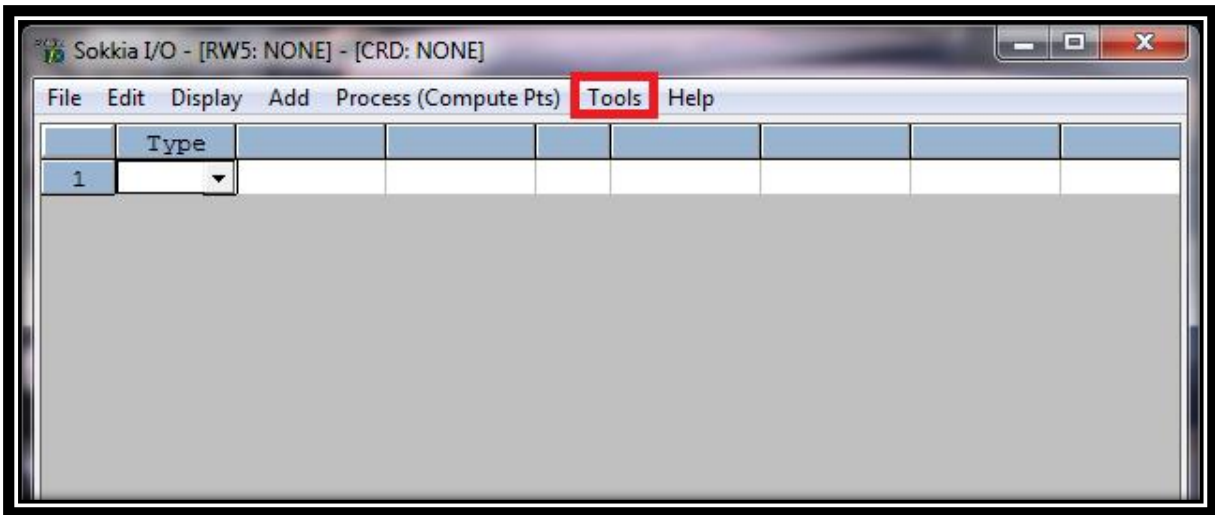


Figura 2.140 Menú Tools

Al seleccionar **“Tools”** se despliega el siguiente sub-menú:

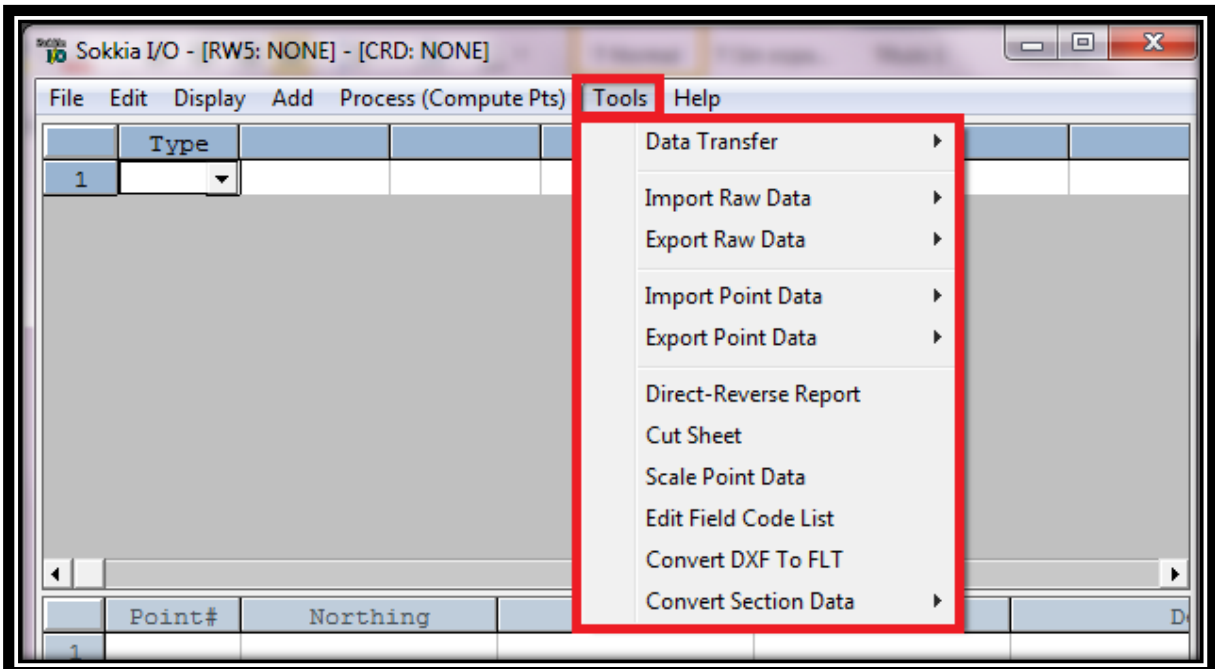


Figura 2.141 Opciones del Menú Tools

En el sub-menú que se despliega seleccionamos **“Data Transfer”** como se muestra en la siguiente imagen y nos despliega el siguiente sub-menú que contiene algunos modelos de Estaciones Totales y software como la SMI y TDS desde las cuales podemos descargar trabajos:

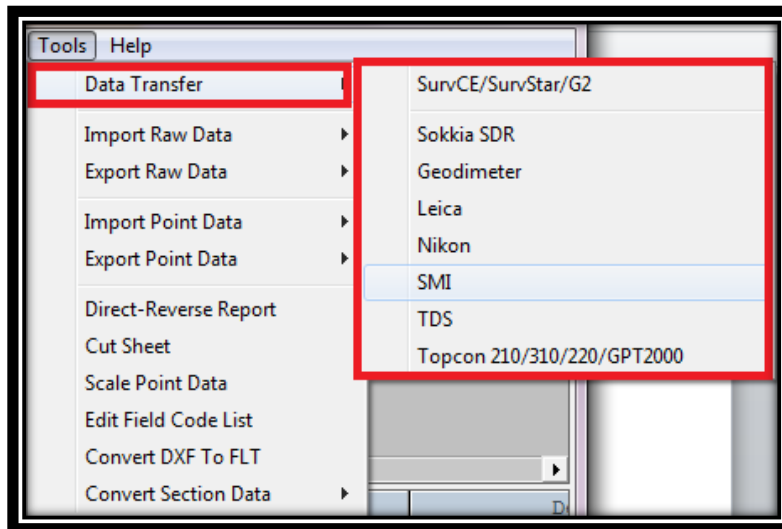


Figura 2.142 Opciones de Data Transfer

En nuestro caso seleccionaremos el SMI dado que se utiliza un colector SMI:

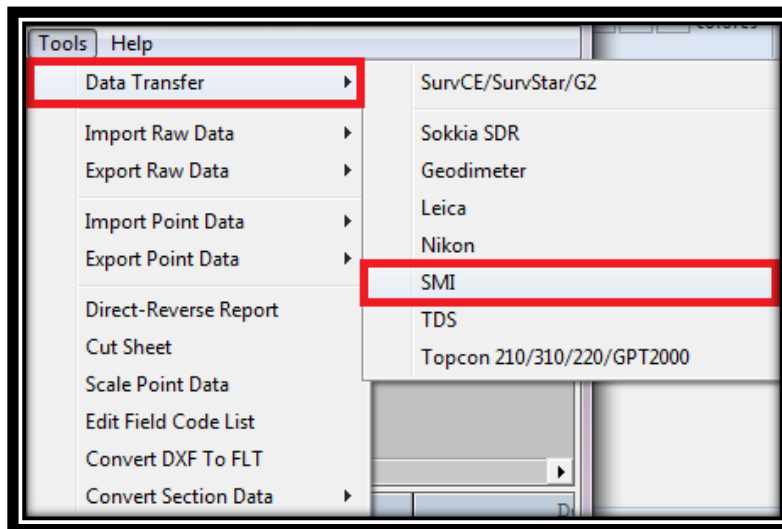


Figura 2.143 Seleccionando SMI

Al seleccionar SMI nos muestra el siguiente cuadro de diálogo en el cual por defecto una vez escogido SMI nos configura los parámetros de **Paridad, Cantidad de Baudios y el Puerto**:

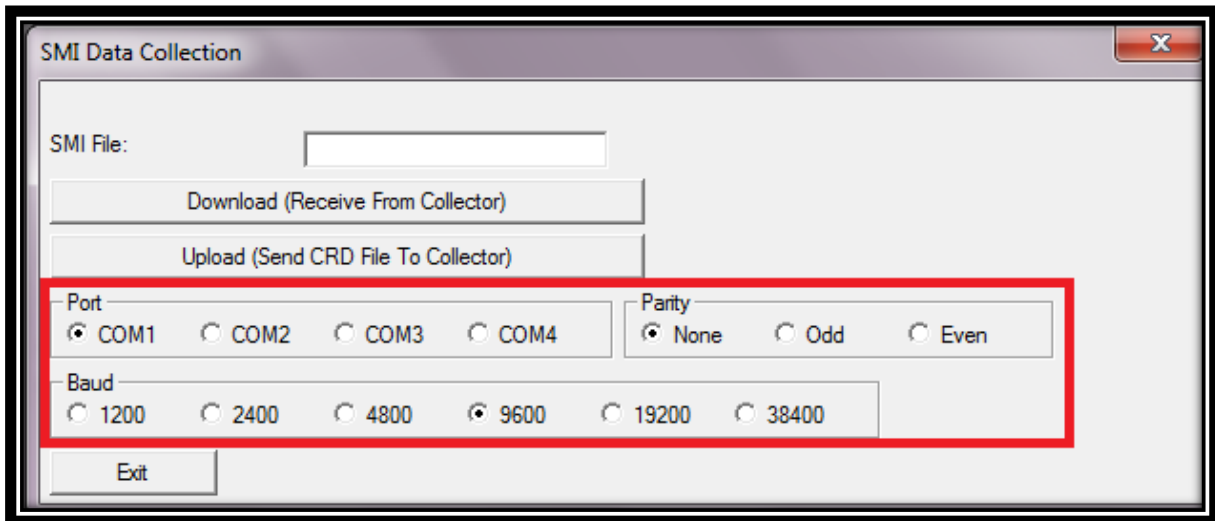


Figura 2.144 Parámetros Configurados para la descarga

Ahora colocamos el nombre del archivo el cual tiene que ser el mismo del que tenemos en el colector como se muestra en la siguiente imagen:

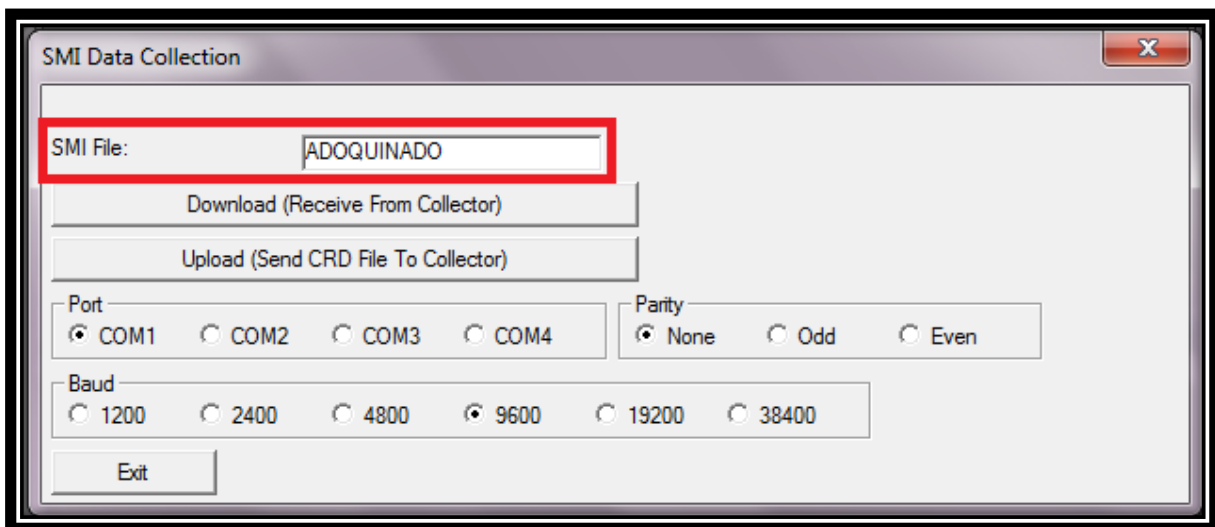


Figura 2.145 Asignando nombre a los puntos que se descargarán

Posteriormente seleccionamos “**Download (Receive From Collector)**” como se muestra en la siguiente figura:

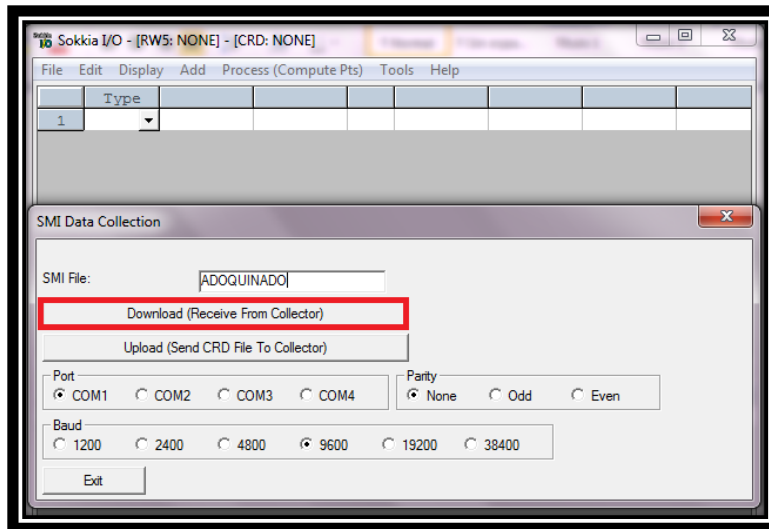


Figura 2.146 Seleccionando Opción de descarga

Al seleccionar “**Download (Receive From Collector)**” nos mostrará el siguiente mensaje en la parte superior izquierda como se muestra:

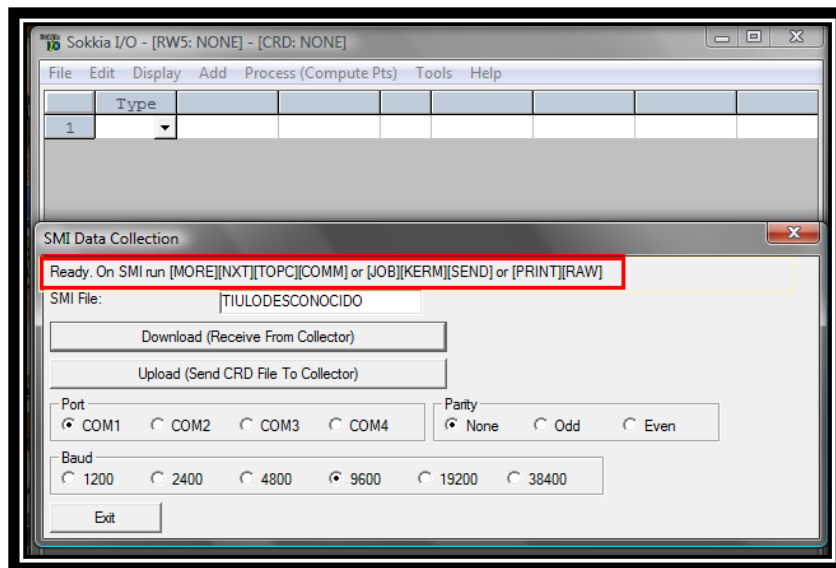


Figura 2.147 Teclas que debe seleccionar en el Colector para la descarga

Ahora presionamos en el colector **(JOB) (KERM)(SEND)** como se muestra en la siguiente imagen:

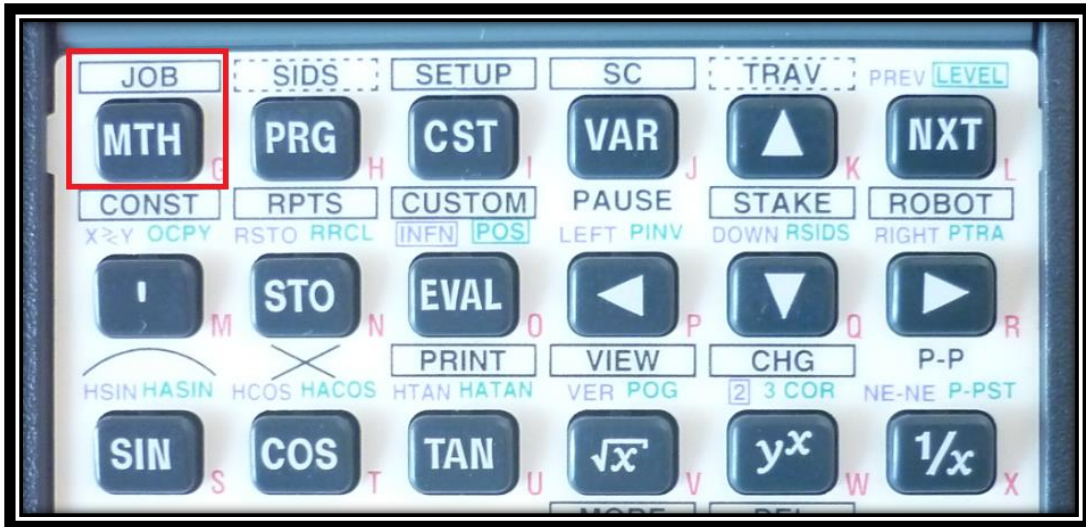


Figura 2.148 Tecla “JOB”

Al presionar “**JOB**” nos mostrará la siguiente pantalla en el colector:

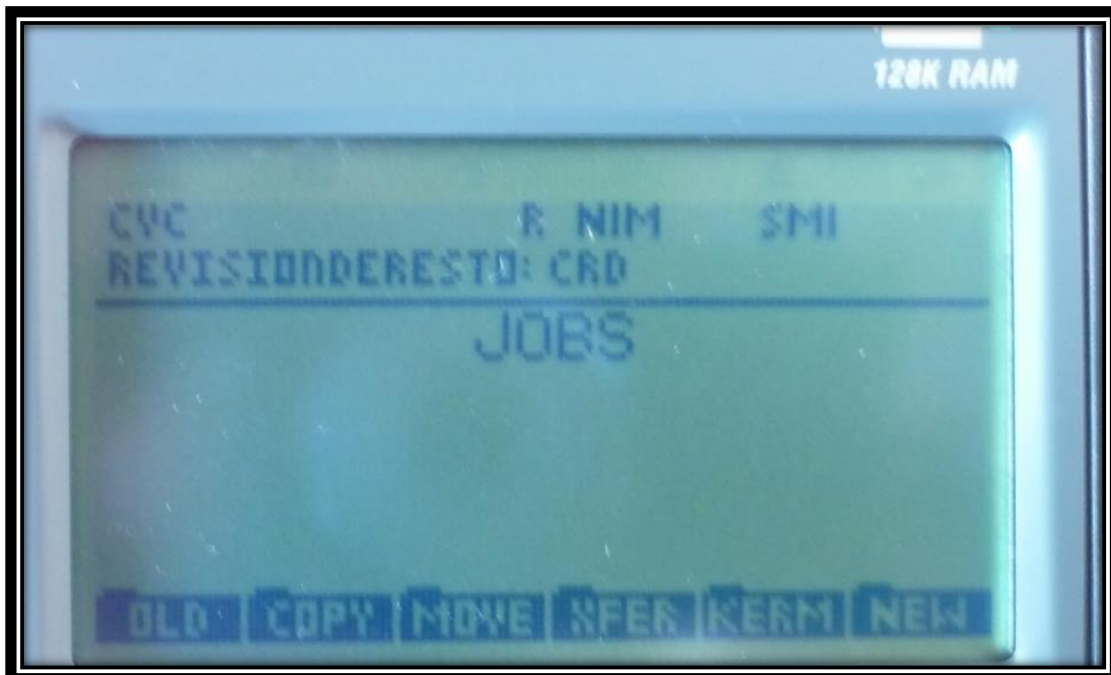


Figura 2.149 Opciones del Menú JOB

Al estar en la pantalla principal dentro de “JOB” seleccionamos “KERM” presionando la tecla suave “E”:

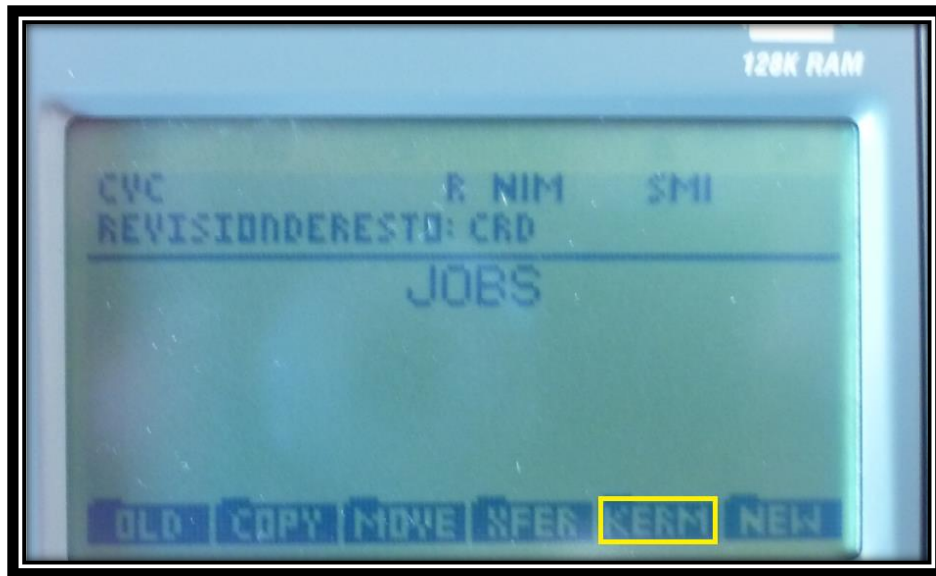


Figura 2.150 Opción KERM

Una vez seleccionado “KERM” nos mostrará el colector la siguiente pantalla:



Figura 2.151 Opciones de KERM

Ahora presionamos la tecla suave “E” para seleccionar “SEND” y que el colector comience a transferir los datos:

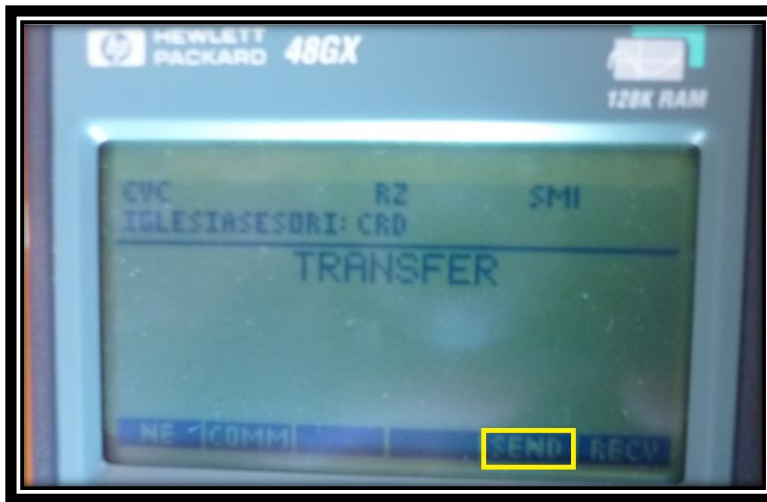


Figura 2.152 Seleccionando SEND para enviar los puntos

Al seleccionar “SEND” nos mostrará la siguiente pantalla en donde tenemos el rango del número de puntos que consta el trabajo y si estamos de acuerdo presionamos “ENTER” del teclado:



Figura 2.153 Puntos a enviar

Al presionar “**ENTER**” nos muestra la siguiente pantalla en donde es muy importante hacer notar que en la parte superior derecha nos aparece el indicador de que está enviando los datos:

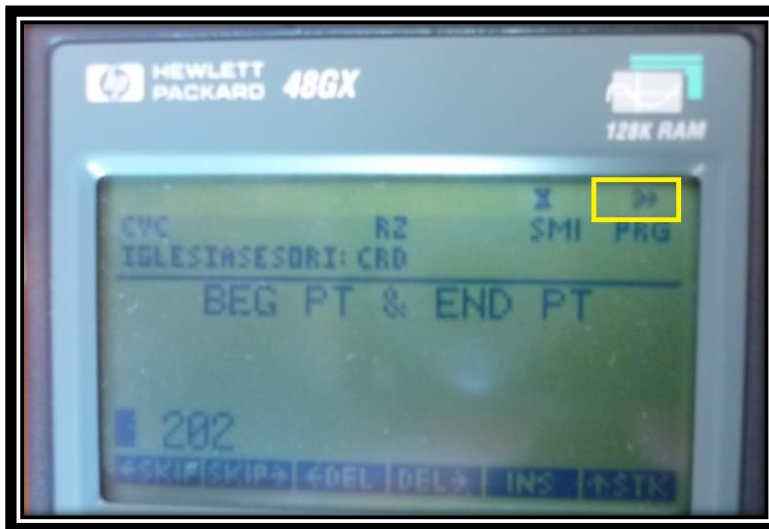


Figura 2.154 Símbolo de transfiriendo los puntos

Después de presionar las opciones mencionadas en el colector el software nos muestra el siguiente mensaje como indicador de que está recibiendo los puntos:

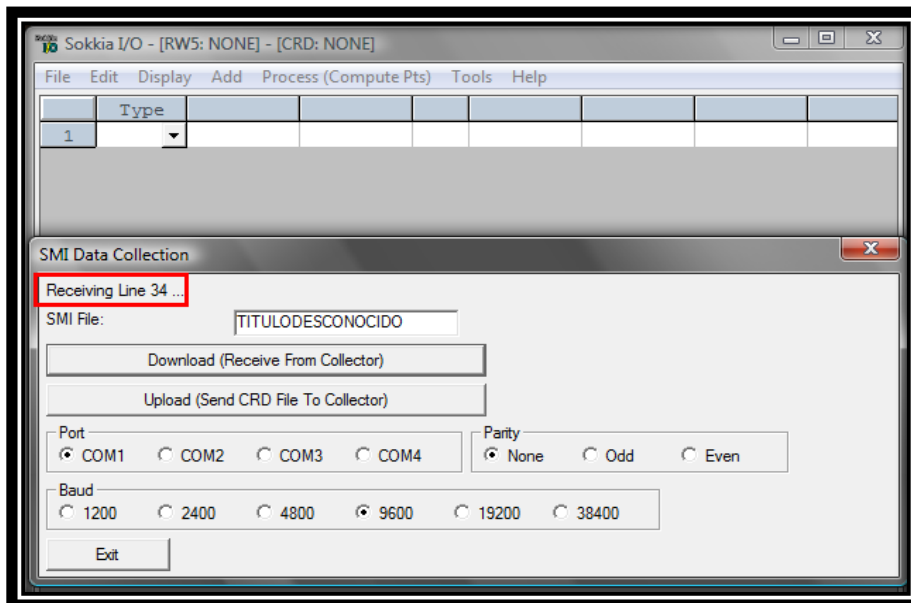


Figura 2.155 Mensaje de recibiendo los puntos en el programa de descarga

Una vez terminada la operación de transferir los datos se nos presenta la siguiente pantalla:



Figura 2.156 Pantalla al terminar la descarga

Posteriormente nos muestra el siguiente mensaje donde nos indica que la descarga se realizó satisfactoriamente:

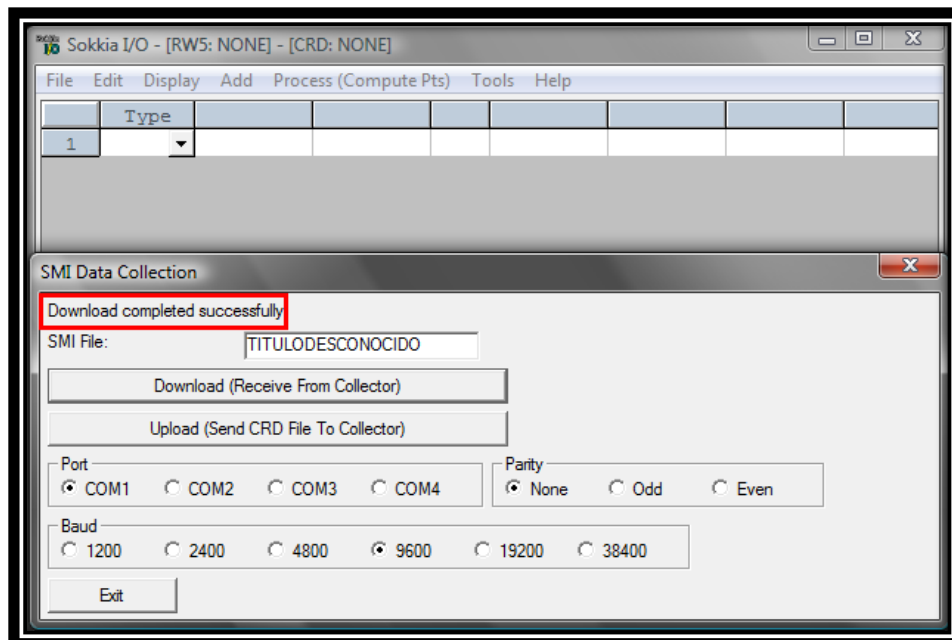


Figura 2.157 Mensaje de que la descarga fue exitosa

Ahora presionamos “Exit” para que nos muestre los puntos:

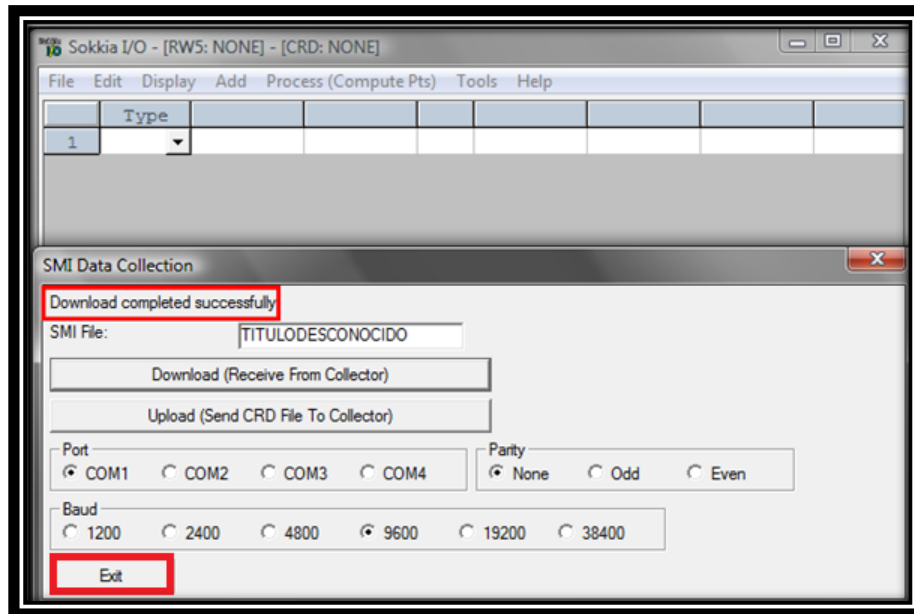


Figura 2.158 Mensaje de que la descarga fue completada

Ahora nos mostrará los puntos como se muestra en la siguiente figura:

The screenshot shows the Sokkia I/O software interface with a table of downloaded points. The table has columns for Point#, Northing, Easting, Elevation, and a label. The data is highlighted in red.

	Point#	Northing	Easting	Elevation	
1	1	5000.0000000	5000.0000000	0.0000000	PLG1
2	2	5001.8843361	4974.2376287	0.0000000	PLG2
3	50	5000.3264893	4963.6973340	0.0000000	MCICLON
4	51	5000.4084033	4968.1532688	0.0000000	MCICLON
5	52	5000.5506173	4974.2795889	0.0000000	MCICLONAC
6	53	5000.6727882	4977.6601297	0.0000000	MCICLONAC
7	54	5001.2631194	4983.7897956	0.0000000	MCICLON
8	55	5011.1294873	4982.7744663	0.0000000	FAREDCASA
9	56	5026.3552235	4981.1353783	0.0000000	MCACCA
10	57	5027.3345476	4980.9400198	0.0000000	MCACCA
11	58	5022.7545780	4965.5272492	0.0000000	CPIEDRA

Figura 2.159 Puntos descargados

Posteriormente damos clic en **“File”** para guardar los puntos con extensión CRD como se muestra en la siguiente imagen:

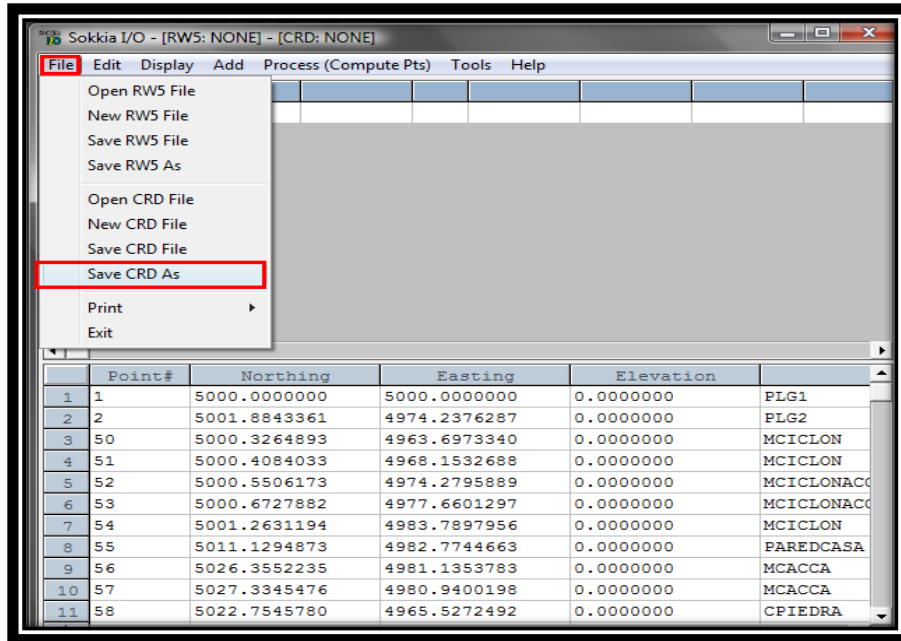


Figura 2.160 Opción Save CRD As para guardar los puntos descargados

Direccionamos en donde deseamos guardar los puntos, al seleccionar **“Save CRD As”** nos mostrará la siguiente caja de diálogo en donde elegiremos en qué lugar guardaremos los puntos:

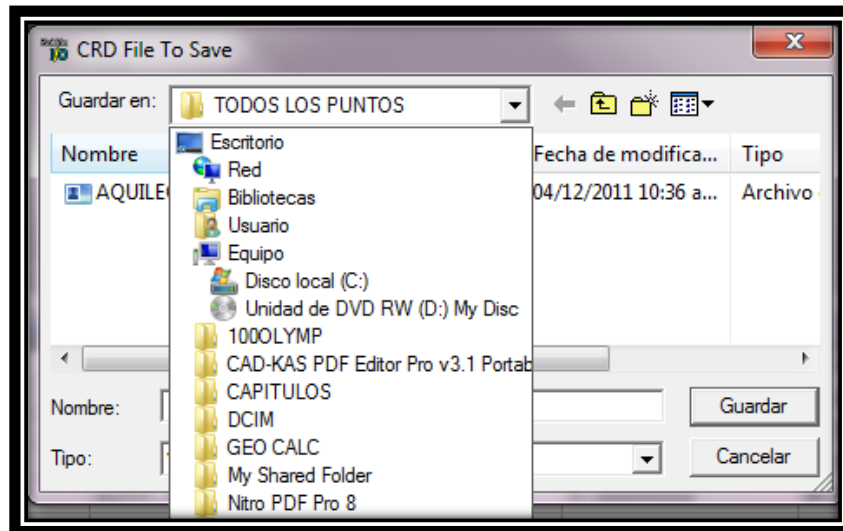


Figura 2.161 Seleccionando lugar a guardar los puntos descargados

En este caso los guardaremos en el “**Escritorio**” podemos observar en la siguiente imagen que lo estamos guardando con una extensión “**crd**” ya que posteriormente lo convertiremos en “**txt**”:

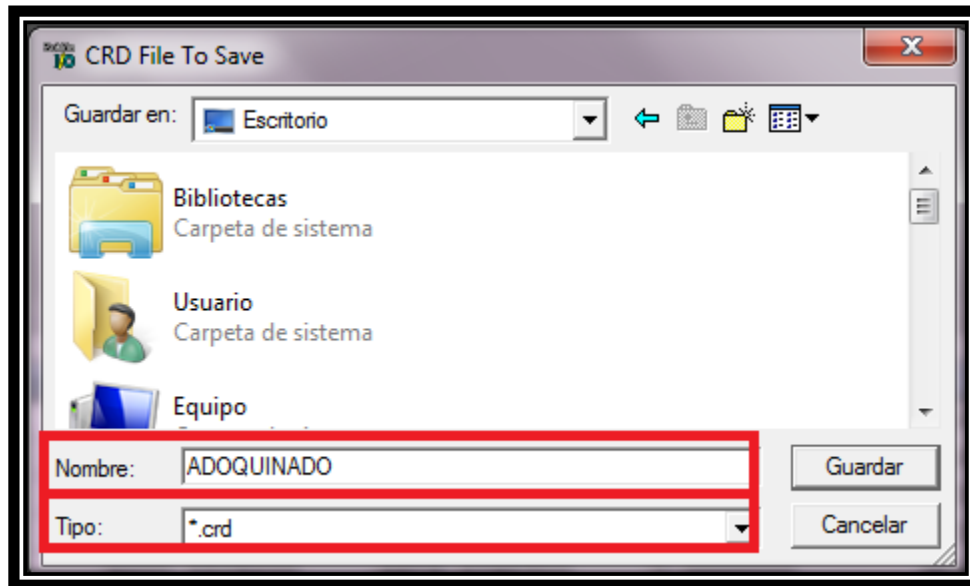


Figura 2.162 Asignando nombre a los puntos descargados

Una vez elegido en donde guardamos los puntos y le colocamos un nombre le damos clic izquierdo en “**Guardar**” y podemos verificar si realmente los guardó con la extensión señalada y en el lugar elegido:



Figura 2.163 Puntos guardados

Volvemos al programa y damos clic izquierdo sobre **“File”** como se muestra en la siguiente figura y seleccionamos **“Open CRD File”**:

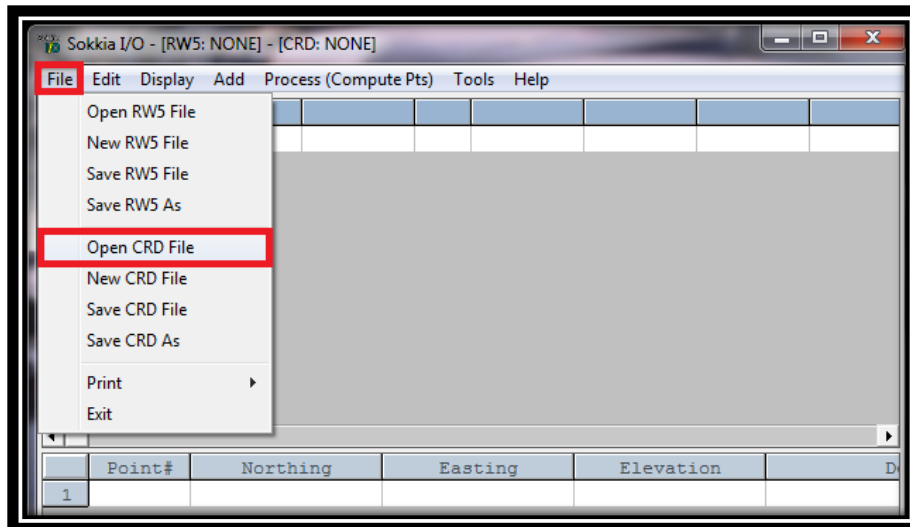


Figura 2.164 Opción Open CRD File

Al seleccionar **“Open CRD File”** nos muestra la siguiente caja de diálogo que es en donde buscaremos el archivo que hemos guardado con extensión **“crd”**, en nuestro caso se encuentra en el **“Escritorio”**:

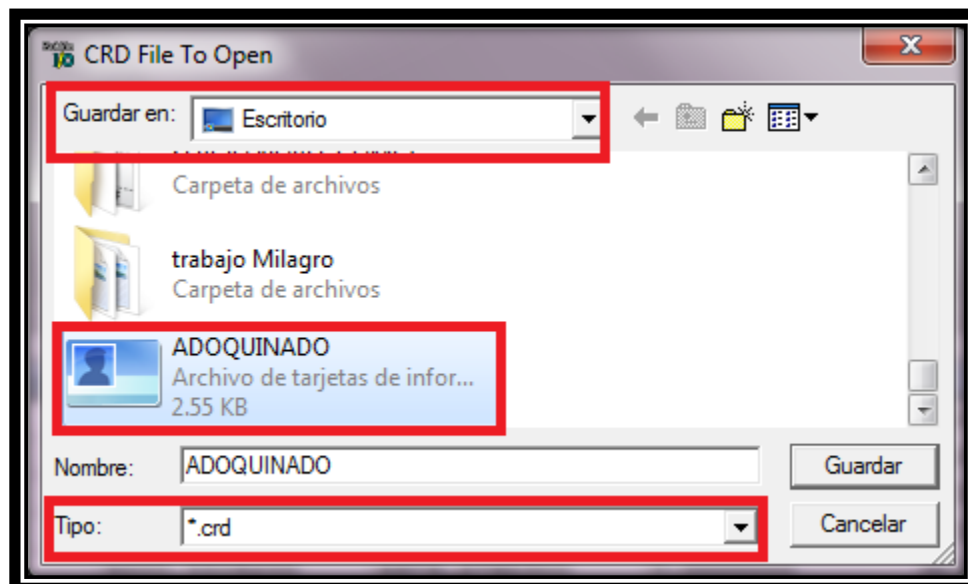


Figura 2.165 Seleccionando archivo guardado

Al seleccionar el archivo se nos mostrará en la ventana principal del programa “Sokkia I/O”:

	Type					
1						

	Point#	Northing	Easting	Elevation	
1	1	5000.0000000	5000.0000000	0.0000000	PLG1
2	2	5001.8843400	4974.2376300	0.0000000	PLG2
3	50	5000.3264900	4963.6973300	0.0000000	MCICLON
4	51	5000.4084000	4968.1532700	0.0000000	MCICLON
5	52	5000.5506200	4974.2795900	0.0000000	MCICLONACC
6	53	5000.6727900	4977.6601300	0.0000000	MCICLONACC
7	54	5001.2631200	4983.7898000	0.0000000	MCICLON
8	55	5011.1294900	4982.7744700	0.0000000	PAREDCASA
9	56	5026.3552200	4981.1353800	0.0000000	MCACCA
10	57	5027.3345500	4980.9400200	0.0000000	MCACCA
11	58	5022.7545800	4965.5272500	0.0000000	CPIEDRA

Figura 2.166 Puntos guardados

Ahora damos clic izquierdo sobre “**Tools**” después nos posicionamos en “**Export Point Data**” y seleccionamos “**Text/ASCII File**” ya con el objetivo de convertir los puntos que hemos guardado con extensión “**crd**” a “**txt**”:

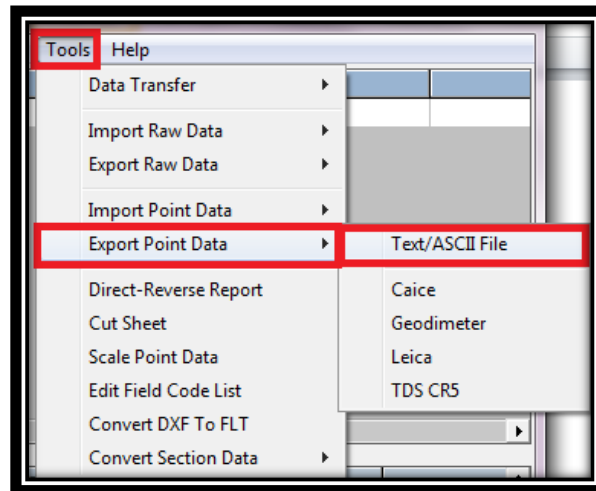


Figura 2.167 Exportando los puntos

Al seleccionar “**Text/ASCII File**” nos mostrará la siguiente caja de diálogo en donde seleccionamos el formato de los puntos que es **Punto, Norte, Este, Elevación y Descripción** el delimitador es por **Comma** el rango de puntos es de **1- 200**, al tener listos estos parámetros damos clic en **OK**:

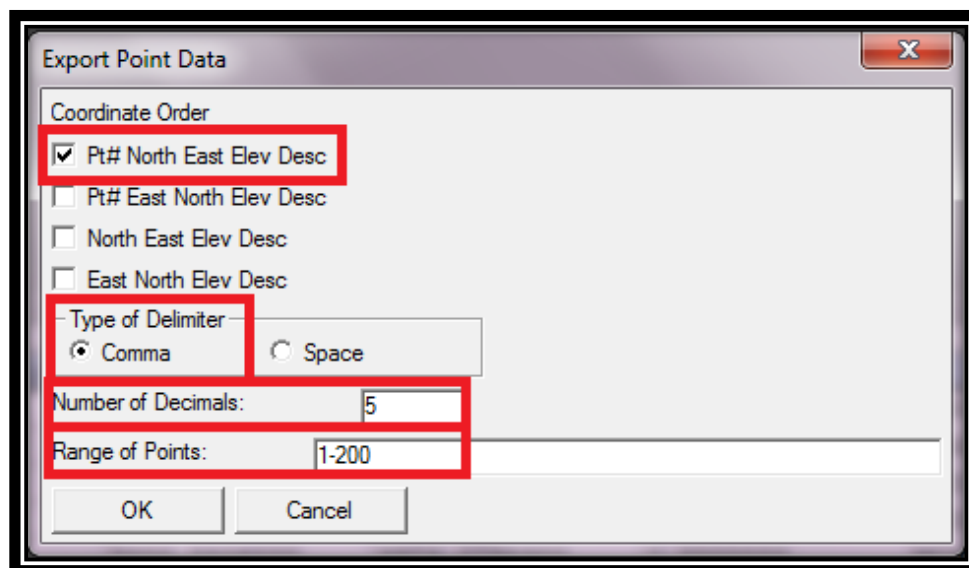


Figura 2.168 Parámetros configurados para la exportación de puntos

Al seleccionar “**OK**” nos mostrará la siguiente caja de diálogo que es en donde elegiremos donde guardar nuestro archivo con extensión “txt” y nuevamente lo guardaremos en el “Escritorio” y damos clic izquierdo en “Guardar”:

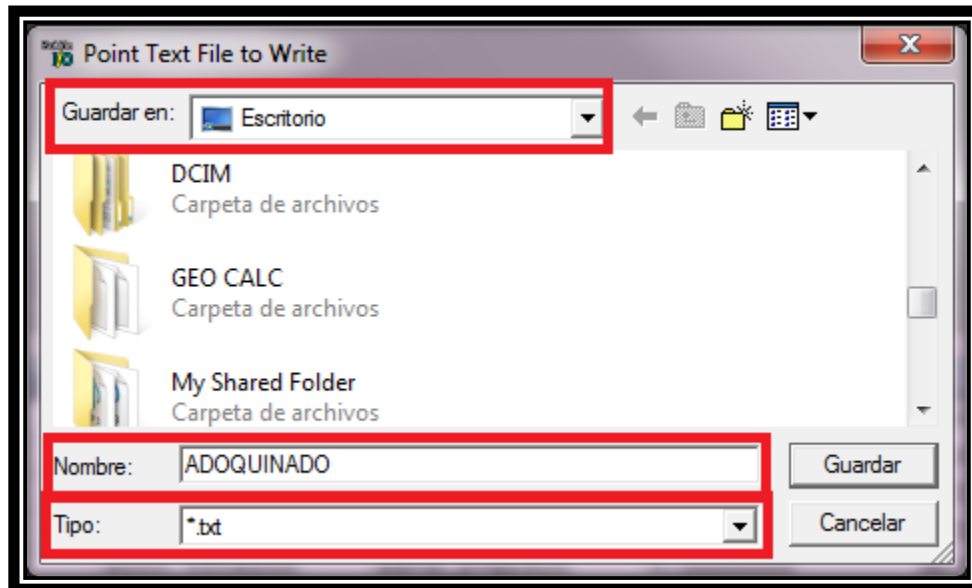


Figura 2.169 Guardando puntos a exportar

Al dar clic izquierdo en “**Guardar**” se nos mostrará el siguiente mensaje en el cual nos da la ruta donde está guardado como también que la operación ha sido exitosa:

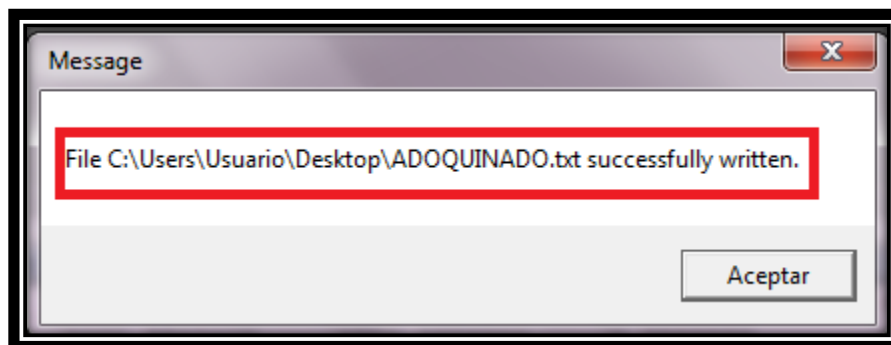


Figura 2.170 Mensaje de que los puntos fueron exportados

Posteriormente vemos en el Escritorio que tenemos guardado el archivo con extensión “**crd**” y “**txt**” como se muestra en la siguiente imagen:

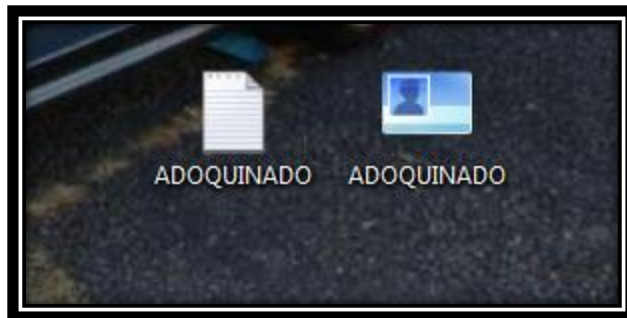


Figura 2.171 Puntos guardados con extensión “txt” y “crd”

2.25.2 Carga de Puntos

Para iniciar con la carga de puntos encendemos el colector y que nos muestre la pantalla siguiente:

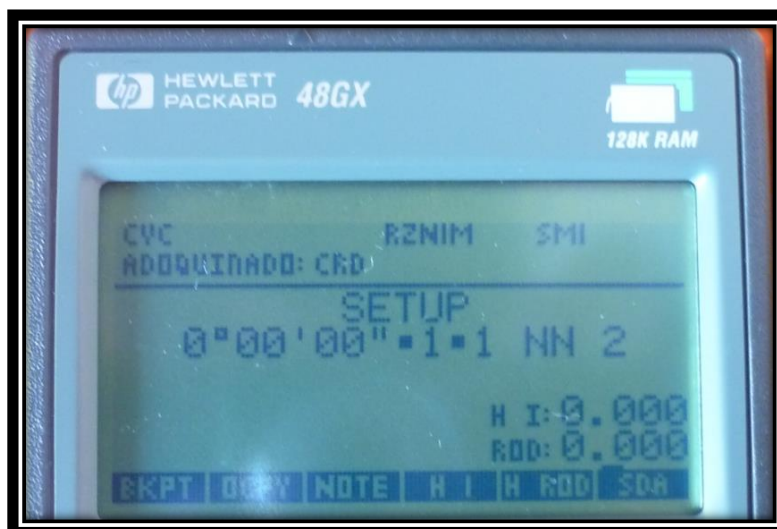


Figura 2.172 Pantalla de inicio del Colector

Ahora presionamos la tecla “JOB” como se muestra en la siguiente imagen:

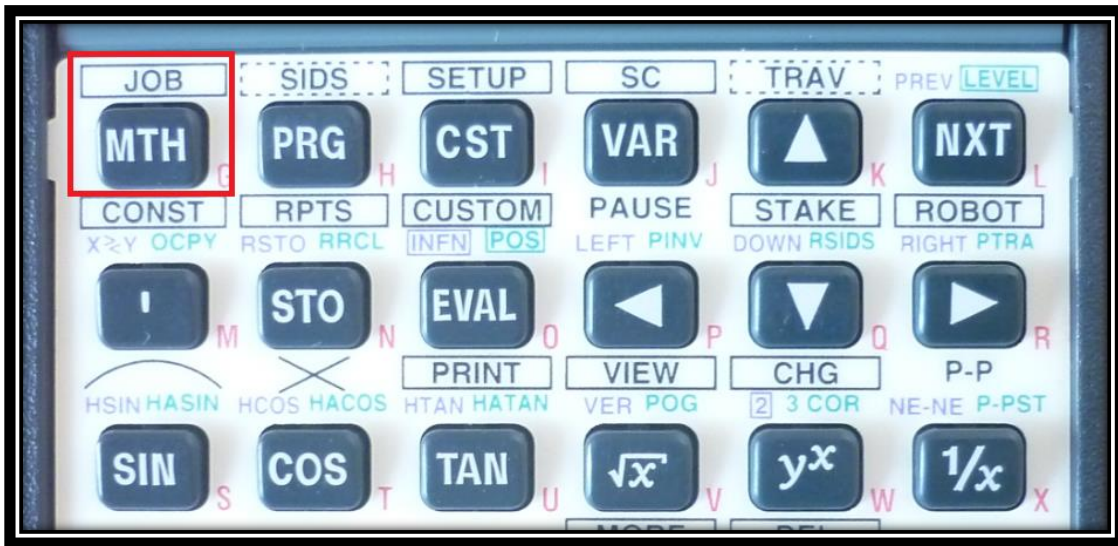


Figura 2.173 Tecla “JOB”

Al presionar “JOB” en el colector se nos presentará la pantalla que se muestra en la siguiente imagen:

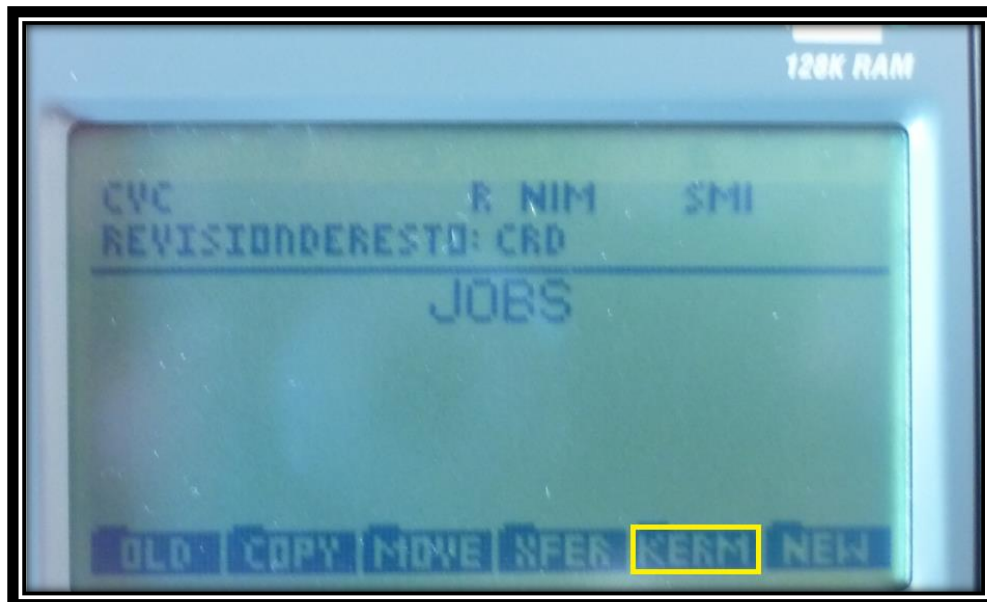


Figura 2.174 Opción KERM

Presionamos la tecla suave “E” para seleccionar “KERM” y en el colector se nos presenta la pantalla que se muestra en la figura:



Figura 2.175 Pantalla para transferir y recibir puntos

Ahora presionamos la tecla suave “F” para seleccionar “RECV” para que el colector reciba los datos que le enviaremos desde la computadora:



Figura 2.176 Opción RECV

Una vez seleccionamos “**RECV**” se nos muestra la pantalla siguiente en el colector:



Figura 2.177 Mensaje de que el colector está recibiendo los puntos

Después abrimos el programa “**Sokkia I/O**” y se nos muestra la venta principal de éste:

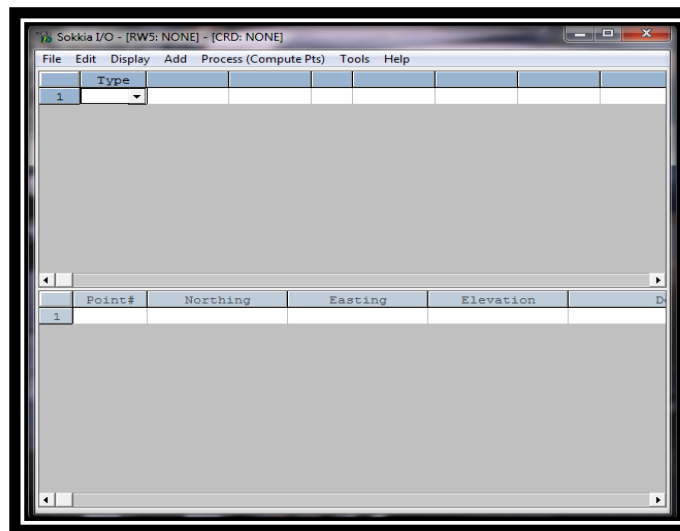


Figura 2.178 Pantalla de Inicio del Programa Sokkia IO Utility

Seleccionamos **“Tools”** como se muestra en la siguiente imagen y nos posicionamos en **“Import Point Data”** y seleccionamos **“Text/ASCII File”** para que se nos muestre en la pantalla del programa **“Sokkia I/O”** los puntos que exportaremos al Colector:

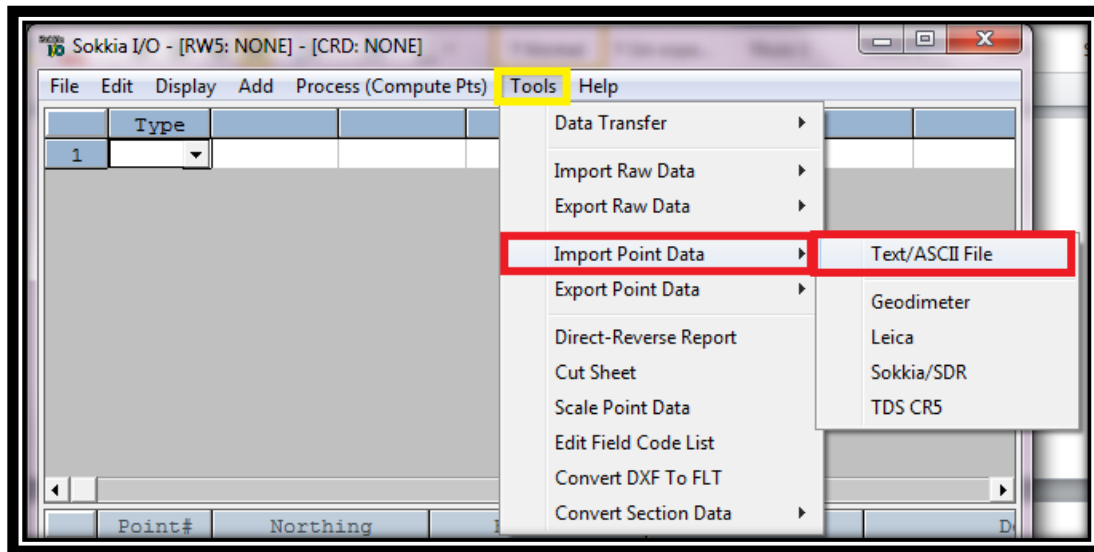


Figura 2.179 Importando puntos con extensión “txt”

Al seleccionar **“Text/ASCII File”** se nos despliega la siguiente caja de diálogo en donde seleccionaremos el archivo que exportaremos:

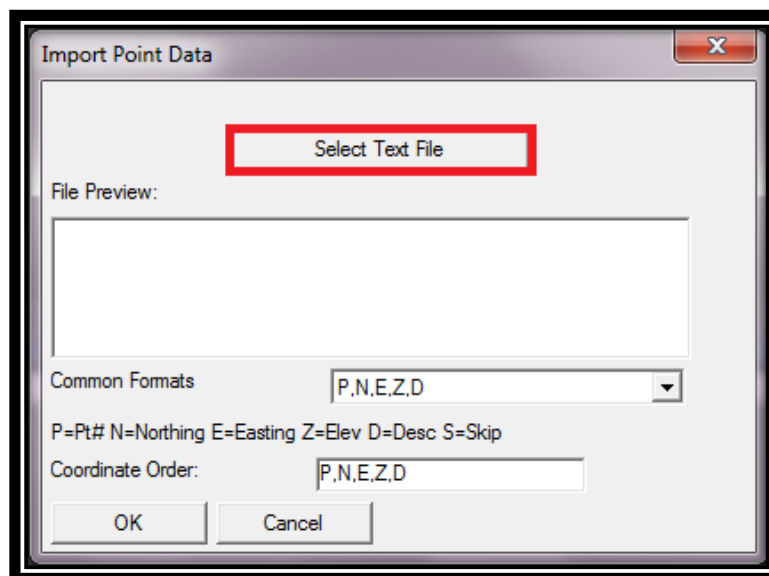


Figura 2.180 Parámetros configurados para la carga de puntos

Al dar clic izquierdo sobre **“Select Text File”** nos muestra la siguiente caja de diálogo:

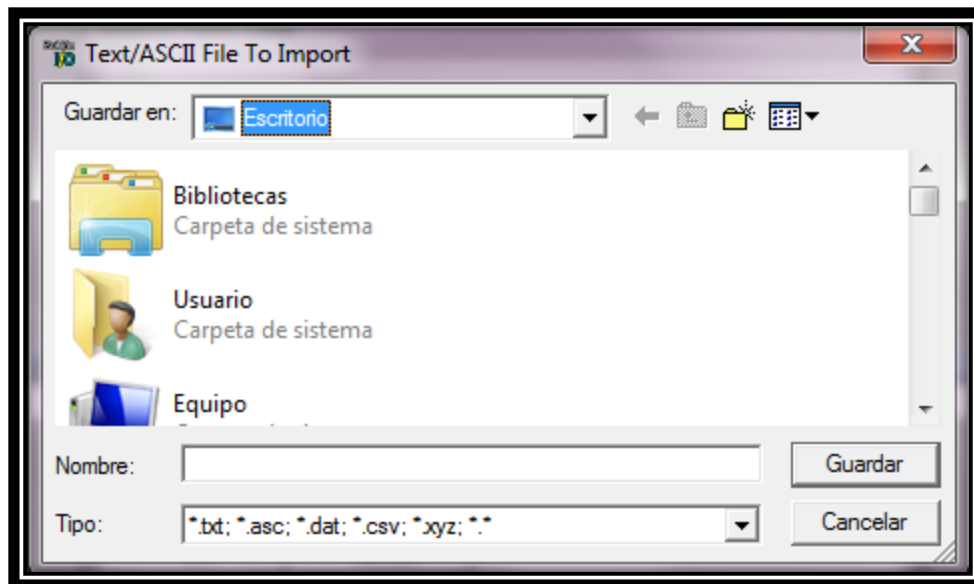


Figura 2.181 Seleccionando el archivo guardado

Una vez se encuentra el archivo donde se ha guardado se selecciona y le damos clic izquierdo en **“Guardar”**:

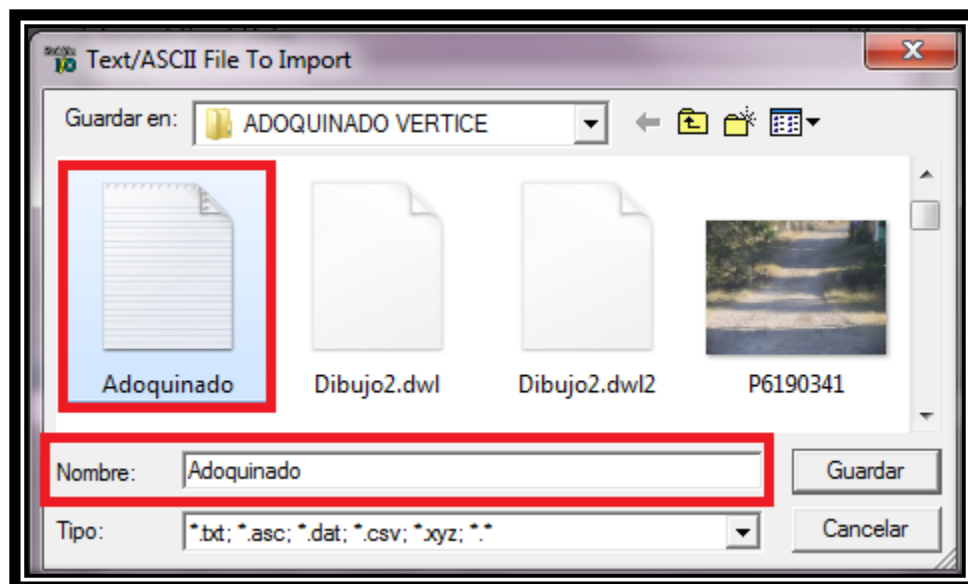


Figura 2.182 Archivo a importar

Al dar clic izquierdo en “**Guardar**” se nos presenta la siguiente caja de diálogo que se muestra en la figura en donde daremos clic en **OK**:

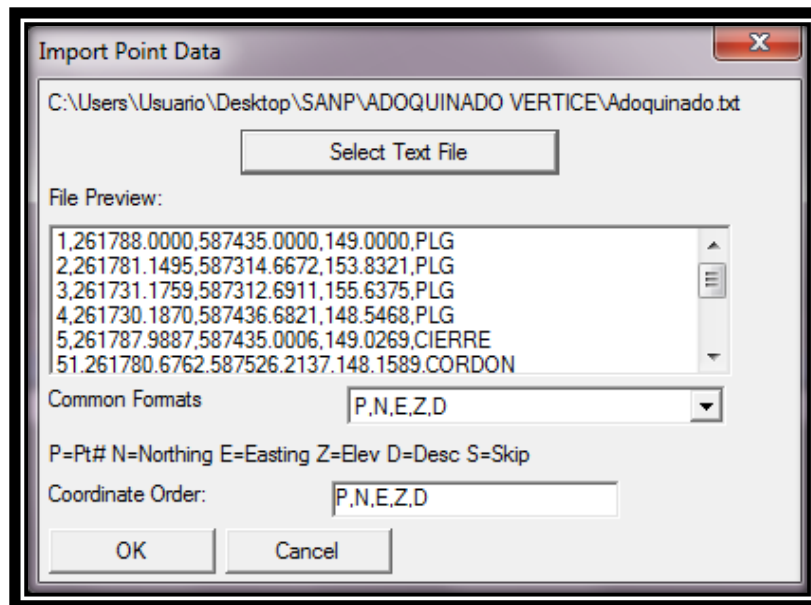


Figura 2.183 Puntos y su formato

Una vez hemos dado clic en **OK** se nos muestran los puntos en la ventana principal de **Sokkia I/O**:

	Point#	Northing	Easting	Elevation	
1	1	261788.0000000	587435.0000000	149.0000000	PLG
2	2	261781.1495000	587314.6672000	153.8321000	PLG
3	3	261731.1759000	587312.6911000	155.6375000	PLG
4	4	261730.1870000	587436.6821000	148.5468000	PLG
5	5	261787.9887000	587435.0006000	149.0269000	CIERRE
6	51	261780.6762000	587526.2137000	148.1589000	CORDON
7	52	261780.7802000	587526.2221000	148.1665000	CORDON
8	53	261780.7908000	587526.2229000	148.0165000	CORDON
9	54	261781.1435000	587526.1885000	148.0024000	CUNETA
10	55	261787.1514000	587526.4920000	148.0020000	CUNETA
11	56	261780.8572000	587498.5789000	148.4889000	CORDON

Figura 2.184 Lista de puntos

Ahora damos clic izquierdo en **“Tools”**, nos seleccionamos en **Data Transfer** y damos clic izquierdo en **SMI** y se nos muestra la siguiente caja de diálogo en la cual seleccionaremos **“Upload (Send CRD File To Collector)”**:

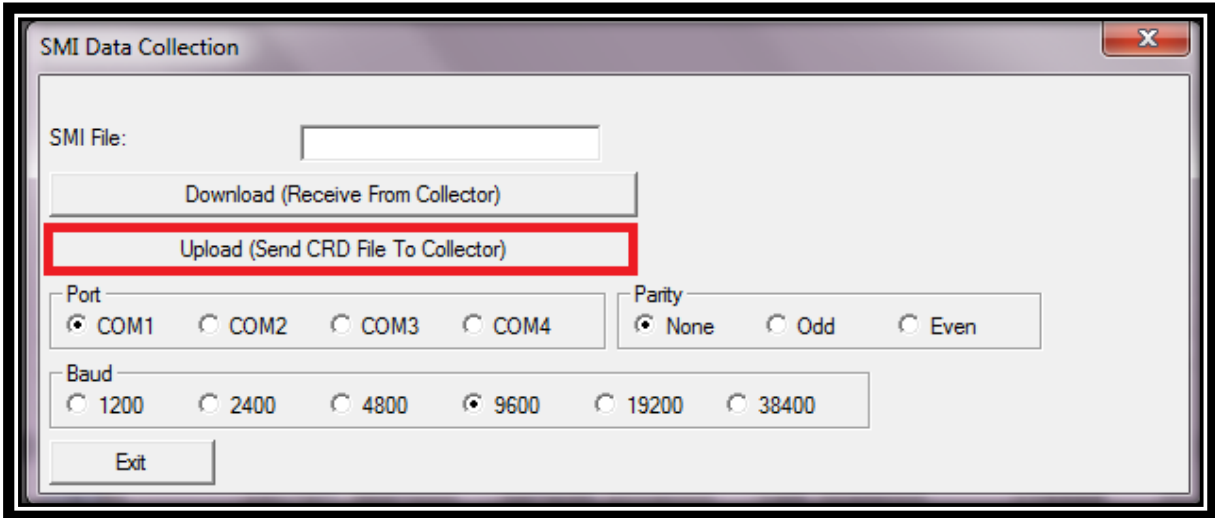


Figura 2.185 Seleccionando opción para cargar los puntos al colector

Al seleccionar **Upload (Send CRD File To Collector)** nos muestra la siguiente caja de diálogo en la cual daremos clic izquierdo en **Start Transfer** para iniciar la transferencia de datos al colector:

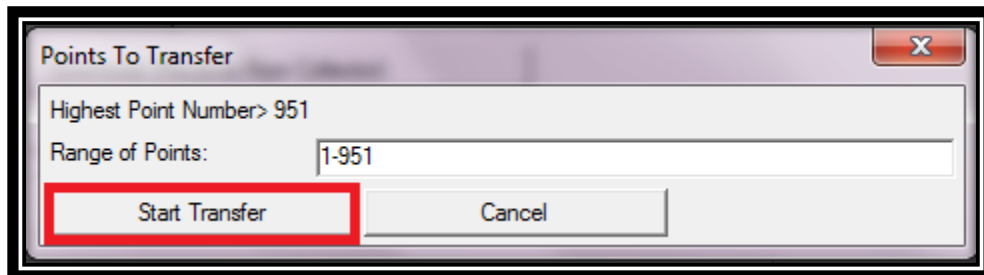


Figura 2.186 Opción de Inicio de Transferencia de los puntos

Al estar recibiendo los datos la pantalla del colector se muestra de la siguiente manera la cual nos indica que está recibiendo los datos:

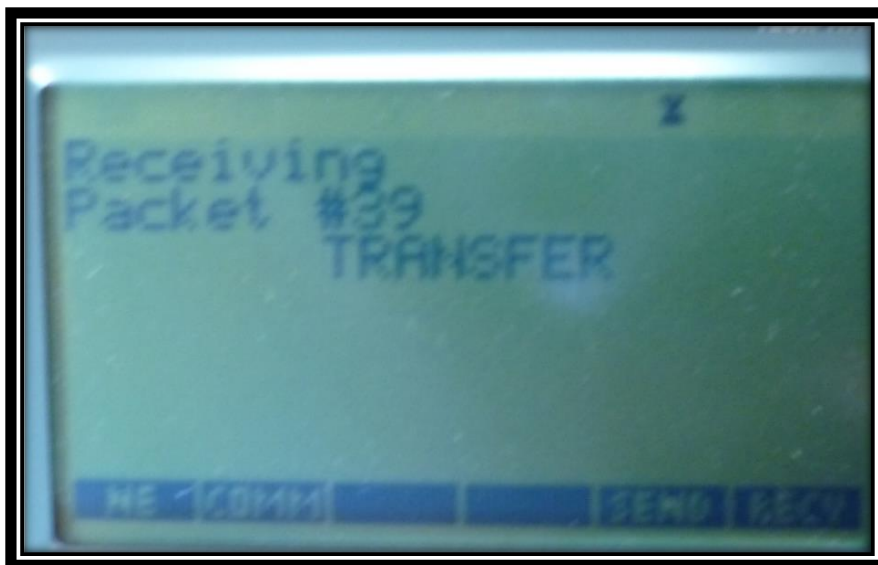


Figura 2.187 Mensaje en el colector de que está recibiendo los puntos

Una vez terminada la operación el colector se muestra de la manera siguiente:



Figura 2.188 la transferencia de puntos de la computadora al Colector ha finalizado y es de ésta manera que se nos presenta la pantalla del Colector.

CAPITULO III: “SISTEMAS DE COORDENADAS PLANAS Y EL GPS”

3.1 PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA

La **proyección cartográfica** o **proyección geográfica** es un sistema de representación gráfico que establece una relación ordenada entre los puntos de la superficie curva de la Tierra y los de una superficie plana (mapa). Estos puntos se localizan auxiliándose en una red de meridianos y paralelos, en forma de malla. La única forma de evitar las distorsiones de esta proyección sería usando un mapa esférico pero, en la mayoría de los casos, sería demasiado grande para que resultase útil.

En un sistema de coordenadas proyectadas, los puntos se identifican por las coordenadas cartesianas (x e y) en una malla cuyo origen depende de los casos. Este tipo de coordenadas se obtienen matemáticamente a partir de las coordenadas geográficas (longitud y latitud), que son no proyectadas...

Las representaciones planas de la esfera terrestre se llaman mapas, y los encargados de elaborarlos o especialistas en cartografía se denominan cartógrafos.

Propiedades de la proyección cartográfica

Se suelen establecer clasificaciones en función de su principal propiedad; el tipo de superficie sobre la que se realiza la proyección: cenital (un plano), cilíndrica (un cilindro) o cónica (un cono); así como la disposición relativa entre la superficie terrestre y la superficie de proyección (plano, cilindro o cono) pudiendo ser tangente, secante u oblicua. Según la propiedad que posea una proyección puede distinguirse entre:

- **proyecciones equidistantes:** conserva las distancias; en todo el mapa no se cumple esta propiedad, pero debido a la escala, se puede considerar que las deformaciones son tan pequeñas que se admiten como tolerables. Cuando la proyección no cumple esta propiedad tiene anamorfosis lineal.
- **proyecciones equivalentes:** conservan las superficies. Cuando no lo cumplen tienen anamorfosis superficial.

- **proyecciones conformes:** conserva el ángulo entre dos puntos medidos en la superficie de referencia y en el mapa. Si no lo conserva se dice que la proyección tiene anamorfosis angular.
- **Proyección afiláctica:** no conservan ninguna de las propiedades anteriores pero tienen valores tolerables para determinadas zonas.

No es posible tener las cuatro propiedades anteriores a la vez, por lo que es necesario optar por soluciones de compromiso que dependerán de la utilidad a la que sea destinado el mapa.

3.2 CLASES DE PROYECCIONES

Dependiendo de cuál sea el punto que se considere como centro del mapa, se distingue entre proyecciones polares, cuyo centro es uno de los polos; ecuatoriales, cuyo centro es la intersección entre la línea del Ecuador y un meridiano; y oblicuas o inclinadas, cuyo centro es cualquier otro punto.

Se distinguen tres tipos de proyecciones básicas: cilíndricas, cónicas y acimutales.

3.2.1 *Proyección Cilíndrica*

Una **proyección cilíndrica** es una proyección cartográfica que usa un cilindro tangente a la esfera terrestre, colocada de tal manera que el paralelo de contacto es el ecuador.

La malla de meridianos y paralelos se dibuja proyectándolos sobre el cilindro suponiendo un foco de luz que se encuentra en el centro del globo.

El cilindro es una figura geométrica que puede desarrollarse en un plano. La más famosa es la proyección de Mercator que revolucionó la cartografía, es cilíndrica y conforme. En ella, se proyecta el globo terrestre sobre una superficie cilíndrica.

Es una de las más utilizadas, aunque por lo general en forma modificada, debido a las grandes distorsiones que ofrece en las zonas de latitud elevada, lo que impide apreciar a las regiones polares en su verdadera proporción.

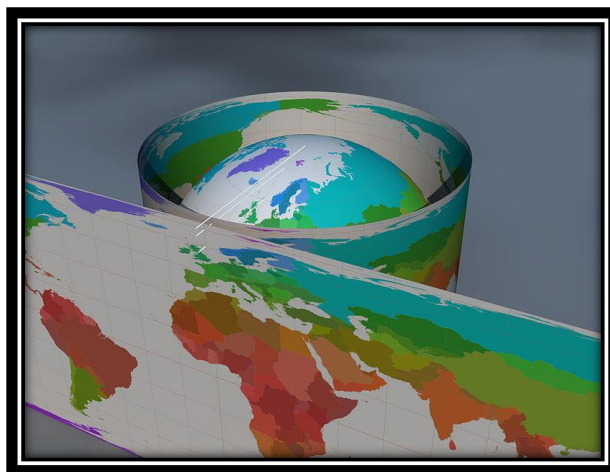


Figura 3.1 Proyección cilíndrica

Es utilizada en la creación de algún mapamundi. Para corregir las deformaciones en latitudes altas se usan proyecciones pseudocilíndricas, como la de Van der Grinten, que es policónica, con paralelos y meridianos circulares. Es esencialmente útil para ver la superficie de la Tierra completa.

En ella se proyecta el globo terrestre sobre un cilindro. Es una de las más utilizadas aun cuando por lo general en forma modificada, debido a las grandes distorsiones que ofrece en las zonas de latitud elevada, lo que impide apreciar en sus verdaderas proporciones las regiones polares.

3.2.2 Proyección Cónica

La proyección cónica cartográfica se obtiene proyectando los elementos de la superficie esférica terrestre sobre una superficie cónica tangente, tomando el vértice en el eje que une los dos polos.

La imagen proyectada en la superficie cónica se "despliega", resultando un dibujo plano, de fácil reproducción en una hoja de papel.

En esta proyección se origina una distorsión asimétrica que afecta, en gran medida, a las zonas polares, pero ofrece aceptable precisión en las zonas del hemisferio donde el cono de proyección es tangente.

Se utiliza, preferentemente, para representar aquellos países que se encuentran en las regiones de latitudes medias, por ser menor la distorsión resultante.

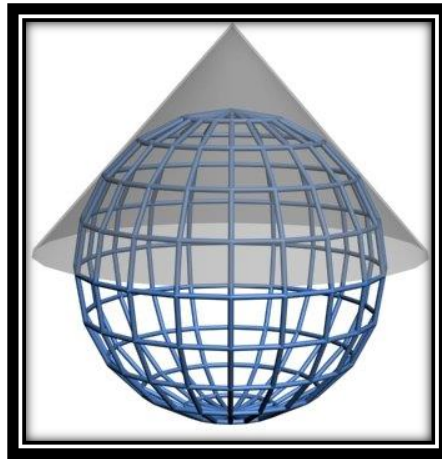


Figura 3.2 Esquema de una proyección cónica cartográfica

3.2.3 Proyección Cónica Simple

La proyección cónica simple se obtiene proyectando los elementos de la superficie esférica terrestre sobre una superficie cónica secante, tomando el vértice en el eje que une los dos polos.

La proyección cónica simple puede tener uno o dos paralelos de referencia.

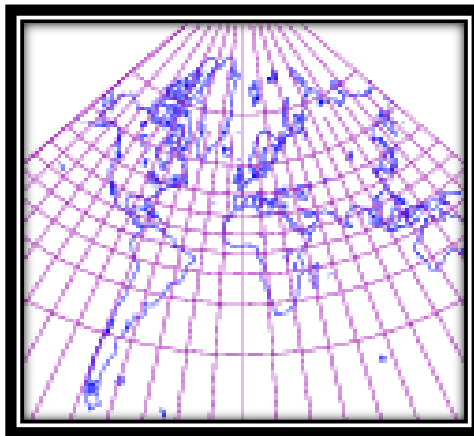


Figura 3.3 Mapa del mundo en proyección central cónica

3.2.4 Proyección Cónica Múltiple

Esta proyección consiste en utilizar no un cono, sino varios superpuestos. El resultado es un mapa dividido en franjas. El único meridiano que tendrá la misma escala es el central, que aparece como una línea recta. Los demás meridianos son curvas, y la escala aumenta con la distancia. También el ecuador

es una línea recta, perpendicular al meridiano central. Los demás paralelos son arcos concéntricos.

Esta proyección ni es conforme ni conserva las áreas, pero en la zona central las variaciones de escala son mínimas.



Figura 3.4 Proyección policónica del mundo

3.2.5 Proyección Acimutal, Cenital O Polar

La proyección acimutal o proyección cenital, es la que se consigue proyectando una porción de la Tierra sobre un plano tangente a la esfera en un punto seleccionado, obteniéndose la visión que se lograría ya sea desde el centro de la Tierra o desde un punto del espacio exterior.

Se obtienen mediante el reflejo de la red de meridianos y paralelos sobre un plano tangente a la Tierra, desde un determinado foco de luz. Si la proyección es desde el centro de la tierra se llama proyección gnomónica; si la proyección es desde el espacio exterior se llama ortográfica. Estas proyecciones ofrecen una mayor distorsión cuanto mayor sea la distancia desde el punto proyectado en el plano tangente hasta el punto tangencial de la esfera.

La proyección acimutal es una proyección geográfica que se caracteriza por tener simetría radial alrededor del punto central. Sólo consideramos tres casos naturales en que el foco de luz esté muy lejos, en el «infinito», que el foco de luz se sitúe en los antípodas y que el foco de luz se sitúe en el centro de la Tierra. Además, hay proyecciones matemáticas.

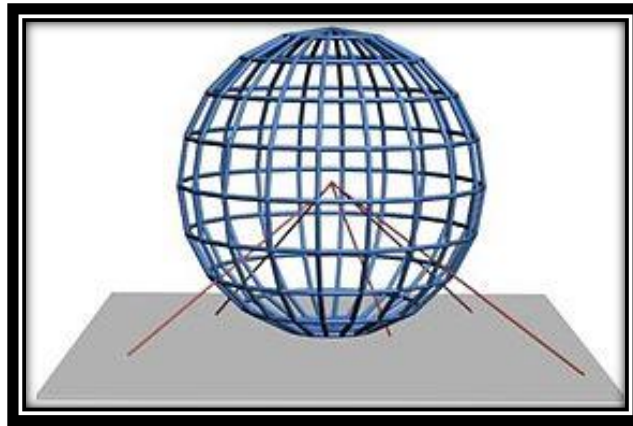


Figura 3.5 Proyección acimutal gnomónica

3.2.6 *Proyección Ortográfica*

La proyección ortográfica es un sistema de representación gráfica, consistente en representar elementos geométricos o volúmenes en un plano, mediante proyección ortogonal; se obtiene de modo similar a la "sombra" generada por un "foco de luz" procedente de una fuente muy lejana. Su aspecto es el de una fotografía de la Tierra.

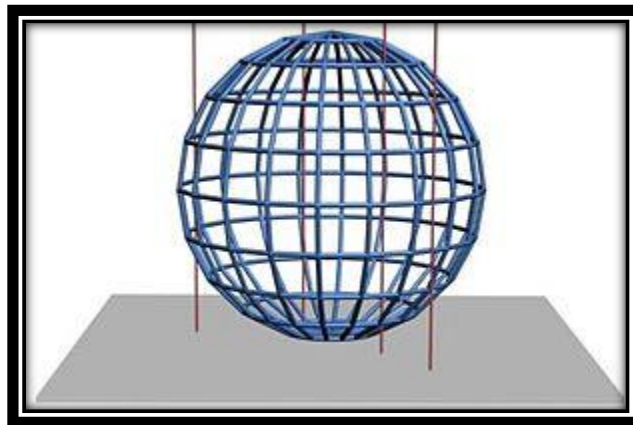


Figura 3.6 Esquema ilustrativo de una proyección acimutal ortográfica

3.2.7 *Proyección Estereográfica*

La proyección estereográfica es un sistema de representación gráfico en el cual se proyecta la superficie de una esfera sobre un plano mediante haces de rectas que pasan por un punto, o foco. El plano de proyección es tangente a la esfera, o paralelo a éste, y el foco es el punto de la esfera diametralmente opuesto al punto de tangencia del plano con la esfera.

La superficie que puede representar es mayor que un hemisferio. El rasgo más característico es que la escala aumenta a medida que nos alejamos del centro.

En su proyección polar los meridianos son líneas rectas, y los paralelos son círculos concéntricos. En la proyección ecuatorial sólo son líneas rectas el ecuador y el meridiano central.

Existe otro tipo de proyección estereográfica que es útil para representar la esfera celeste. En este caso, como los puntos a proyectar están fuera de la esfera, el primer paso es proyectarlos a la esfera uniéndolos con su centro. Una vez los puntos externos están proyectados en la superficie de la esfera, el procedimiento es análogo al explicado anteriormente. Usualmente, el plano es uno horizontal que contiene al centro de la esfera, y el foco de la proyección es el nadir.

Lo característico de esta proyección es que es más subjetiva, porque propone la posición del observador P en el centro y representa directamente mediante coordenadas locales el acimut y altura del punto A en la esfera celeste. Se utiliza en arquitectura e ingeniería para representar la posición del Sol a lo largo del año, y calcular asoleamientos y sombras que produce.

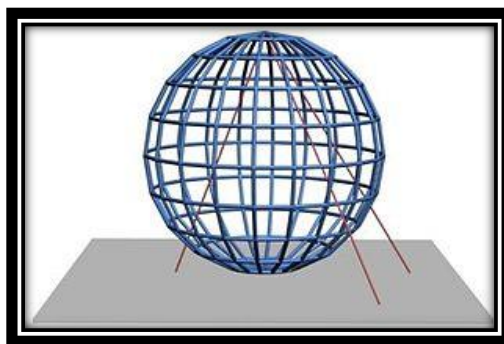


Figura 3.7 Esquema ilustrativo de una proyección acimutal estereográfica

3.2.8 Proyección gnomónica

La proyección gnomónica (denominada también como proyección central) es una proyección geográfica caracterizada por tener simetría radial alrededor del punto central (perspectiva centro gráfica). Es decir, mediante esta proyección, cualquier punto de una esfera es conectada desde su centro por una línea hasta que interseca en un plano tangente a la esfera (denominado plano de proyección).

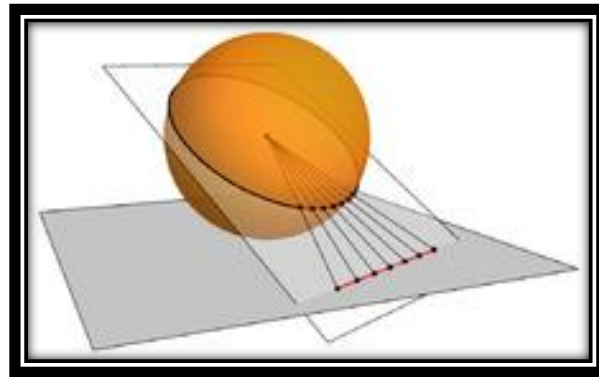


Figura 3.8 Los círculos mayores se proyectan como Líneas rectas en la proyección gnomónica

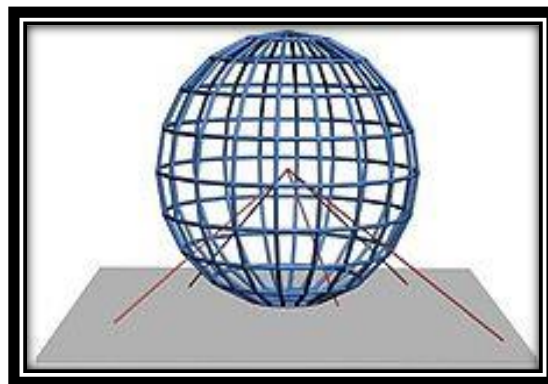
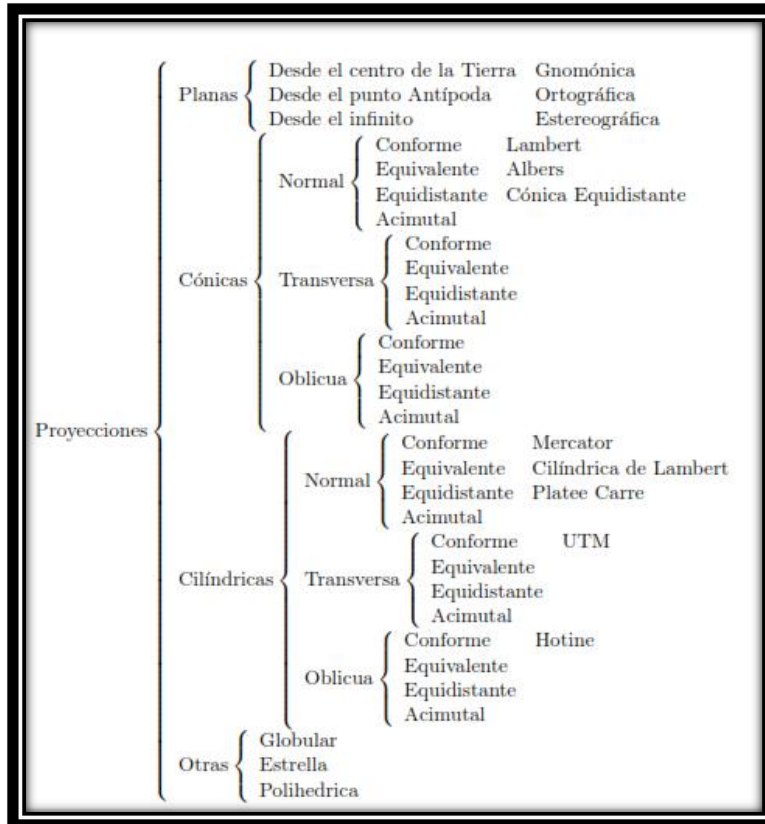


Figura 3.9 Esquema ilustrativo de una proyección acimutal gnomónica.

3.2.9 Cuadro Sinóptico

En la siguiente tabla se resume lo mencionado hasta aquí, referente a la clasificación de las proyecciones:



3.3 SISTEMAS BASICOS DE PROYECCION

3.3.1 *Proyección Conforme de Lambert*

En esta proyección los paralelos están espaciados de tal manera que cualquier pequeño rectángulo de la red, tenga las mismas formas que en el globo. Esta es la mejor proyección para las cartas de navegación aérea, pues tiene azimutes relativamente rectos. **Usada para mostrar países o regiones que se extienden principalmente en forma este-oeste como nuestro país.**

Es una de las proyecciones más usadas en Estados Unidos hoy en día.

Retiene la conformidad. Las distancias son reales solamente a lo largo de los paralelos estándares; son razonablemente fieles en otras partes pero en regiones limitadas.

La distorsión de áreas y formas es mínima, pero aumenta a partir de los paralelos estándares. Las formas en mapas a gran escala de áreas pequeñas son reales en general.

El mapa es conforme, pero no es perspectivo, equiárea ni equidistante.

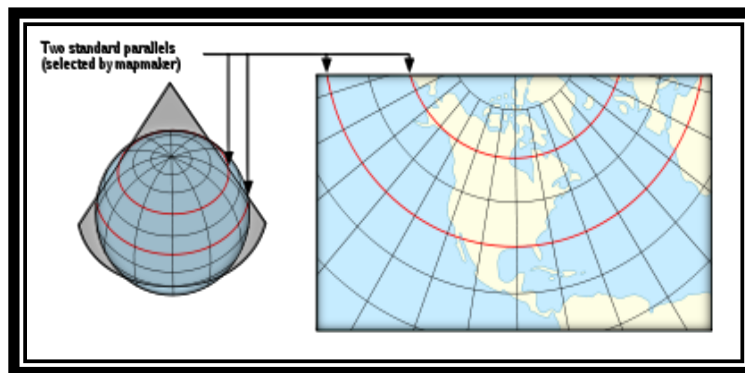


Figura 3.10 Esquema de desarrollo de Proyección Conforme de Lambert

3.3.2 Proyección Cilíndrica conforme Transversal de Mercator

Es un tipo de proyección cartográfica cilíndrica, ideada por Gerardus Mercator en 1569, para elaborar planos terrestres. Es muy utilizada en planos de navegación por la facilidad de trazar rutas de rumbo constante o loxodrómicas.

Mercator, mediante proyección, pretende representar la superficie esférica terrestre sobre una superficie cilíndrica, tangente al ecuador, que al desplegarse genera un mapa terrestre plano.

Es un modelo idealizado que trata a la tierra como un globo hinchable que se introduce en un cilindro y que empieza a "inflarse" ocupando el volumen del cilindro, imprimiendo el mapa en su cara exterior. Este cilindro cortado longitudinalmente y desplegado sería parecido al mapa con la proyección de Mercator.

Esta proyección presenta una buena aproximación en su zona central, pero las zonas superior e inferior correspondientes a norte y sur presentan grandes deformaciones. Los mapas con esta proyección se utilizaron en la época colonial con gran éxito. Europa era la potencia dominante de la época, y para los que viajaban hacia el nuevo mundo por las zonas ecuatoriales, no tenía gran importancia la deformación que poseían

Conforme: Indica que se conservan alrededor de todos los puntos las relaciones angulares verdaderas. En la primera la escala varía de norte a sur pero de este a oeste, por lo que el Sistema es ideal para representar regiones que abarcan grandes extensiones en la dirección Este-Oeste.

En la de Mercator las escalas varían en la dirección Este-Oeste pero no en la Norte-Sur, por lo que se utiliza en zonas que tienen una extensión relativamente grande en la dirección Norte-Sur.

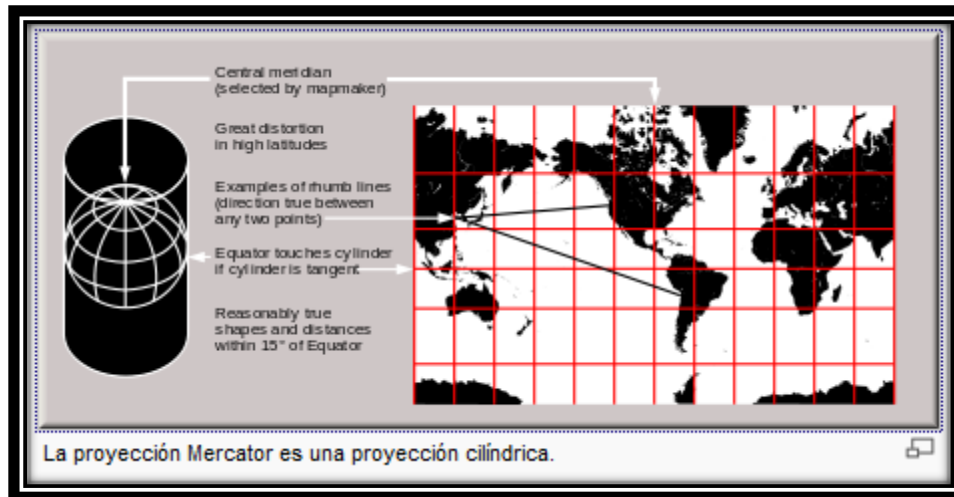


Figura 3.11 *Esquema de desarrollo de Proyección Conforme de Mercator*

3.3.3 Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM)

El **Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator** (En inglés *Universal Transverse Mercator*, **UTM**) es un sistema de coordenadas basado en la proyección cartográfica transversa de Mercator, que se construye como la proyección de Mercator normal, pero en vez de hacerla tangente al Ecuador, se la hace tangente a un meridiano.

A diferencia del sistema de coordenadas geográficas, expresadas en longitud y latitud, las magnitudes en el sistema UTM se expresan en metros únicamente al nivel del mar que es la base de la proyección del elipsoide de referencia.

Historia

El sistema de coordenadas UTM fue desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos en la década de 1940. El sistema se basó en un modelo elipsoidal de la Tierra. Se usó el elipsoide de Clarke de 1866 para el territorio de los 48 estados contiguos. Para el resto del mundo –incluidos Alaska y Hawái– se usó el Elipsoide Internacional. Actualmente se usa el elipsoide WGS84 como modelo de base para el sistema de coordenadas UTM.

Anteriormente al desarrollo del sistema de coordenadas UTM varios países europeos ya habían experimentado la utilidad de mapas cuadrículados, en proyección conforme, al cartografiar sus territorios en el período de entreguerras. El cálculo de distancias entre dos puntos con esos mapas sobre el terreno se hacía más fácil usando el teorema de Pitágoras, al contrario que con las fórmulas trigonométricas que había que emplear con los mapas referenciados en longitud y latitud. En los años de post-guerra estos conceptos se extendieron al sistema de coordenadas basado en las proyecciones Universal Transversa de Mercator y Estereográfica Polar Universal, que es un sistema cartográfico mundial basado en cuadrícula recta.

La proyección transversa de Mercator es una variante de la proyección de Mercator que fue desarrollada por el geógrafo flamenco Gerardus Mercator en 1569. Esta proyección es conforme, es decir, que conserva los ángulos y casi no distorsiona las formas pero inevitablemente sí lo hace con distancias y áreas. El sistema UTM implica el uso de escalas no lineales para las coordenadas X e Y (longitud y latitud cartográficas) para asegurar que el mapa proyectado resulte conforme.

3.3.4 PROYECCIÓN TRANSVERSA DE MERCATOR

Proyección de Mercator transversa.

La UTM es una proyección cilíndrica conforme. El factor de escala en la dirección del paralelo y en la dirección del meridiano son iguales ($h = k$). Las líneas loxodrómicas se representan como líneas rectas sobre el mapa. Los meridianos se proyectan sobre el plano con una separación proporcional a la del modelo, así hay equidistancia entre ellos. Sin embargo los paralelos se van separando a medida que nos alejamos del Ecuador, por lo que al llegar al polo las deformaciones serán infinitas. Por eso sólo se representa la región entre los paralelos 84°N y 80°S. Además es una proyección compuesta; la esfera se representa en trozos, no entera.

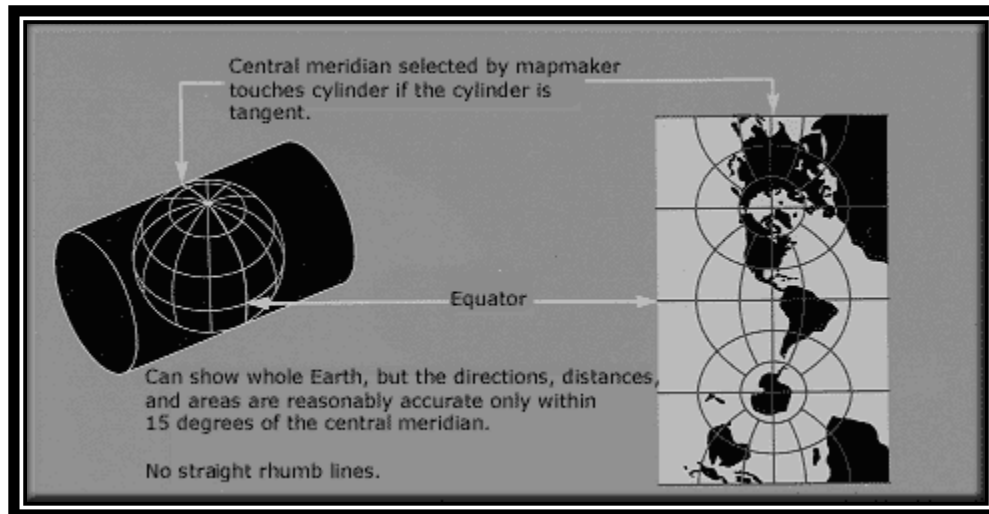


Figura 3.12 Esquema de desarrollo de Proyección (UTM)

Para ello se divide la Tierra en husos de 6° de longitud cada uno, mediante el artificio de Tyson .

La proyección UTM tiene la ventaja de que ningún punto está demasiado alejado del meridiano central de su zona, por lo que las distorsiones son pequeñas. Pero esto se consigue al coste de la discontinuidad: un punto en el límite de la zona se proyecta en coordenadas distintas propias de cada Huso.

Para evitar estas discontinuidades, a veces se extienden las zonas, para que el meridiano tangente sea el mismo. Esto permite mapas continuos casi compatibles con el estándar. Sin embargo, en los límites de esas zonas, las distorsiones son mayores que en las zonas estándar.

Coordenadas UTM

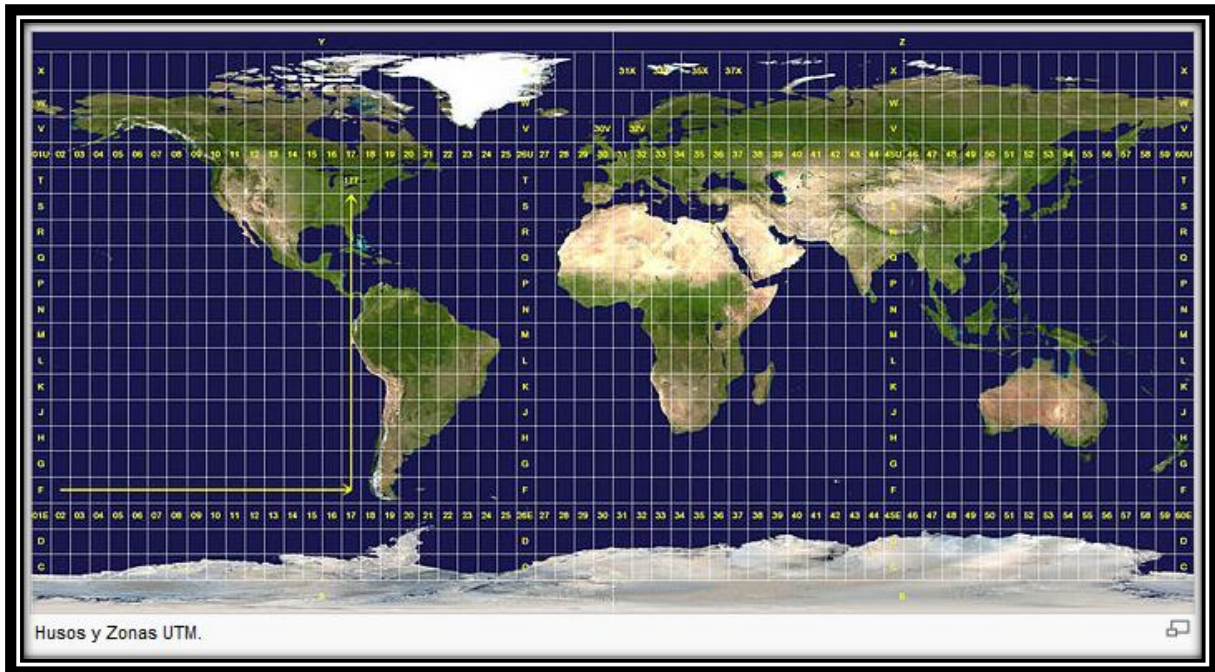


Figura 3.13 Husos y Zonas UTM

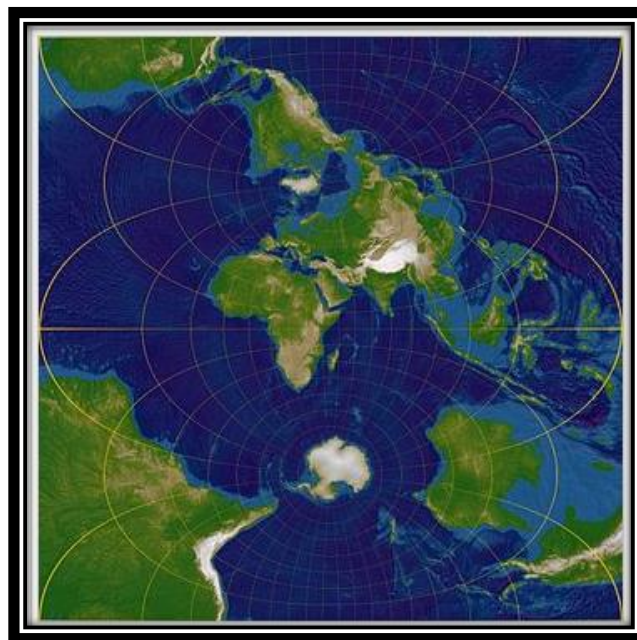


Figura 3.14 Mapa del mundo en proyección transversa de Mercator, centrado sobre el meridiano 0° y el ecuador.

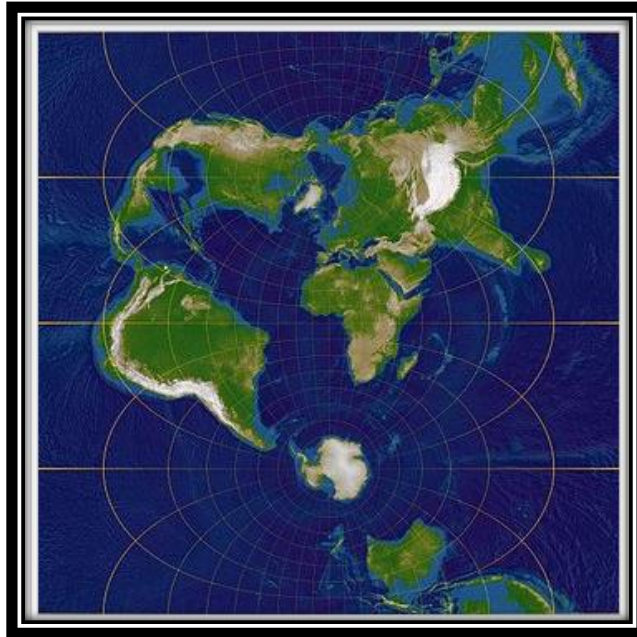


Figura 3.15 Mapa del mundo en proyección transversa de Mercator, centrado sobre el meridiano 45° E y el ecuador.

Husos UTM

Se divide la Tierra en 60 husos de **6°** de longitud, la zona de proyección de la UTM se define entre los paralelos 80° S y 84° N. Cada huso se numera con un número entre el **1** y el **60**, estando el primer huso limitado entre las longitudes **180°** y **174° W** y centrado en el meridiano **177° W**. Cada huso tiene asignado un meridiano central, que es donde se sitúa el origen de coordenadas, junto con el ecuador. Los husos se numeran en orden ascendente hacia el este. En el sistema de coordenadas geográfico las longitudes se representan tradicionalmente con valores que van desde los -180° hasta casi 180° (intervalo -180° → 0° → 180°); el valor de longitud 180° se corresponde con el valor -180°, pues ambos son el mismo

Bandas UTM

Se divide la Tierra en 20 bandas de **8°** Grados de Latitud, que se denominan con letras desde la **C** hasta la **X** excluyendo las letras "I" y "O", por su parecido con los números uno (1) y cero (0), respectivamente. Puesto que es un sistema

norteamericano (estadounidense), tampoco se utiliza la letra "Ñ". La zona C coincide con el intervalo de latitudes que va desde 80° Sur (o -80° latitud) hasta 72° S (o -72° latitud). Las bandas polares no están consideradas en este sistema de referencia. Para definir un punto en cualquiera de los polos, se usa el sistema de coordenadas UPS. Si una banda tiene una letra igual o mayor que la **N**, la banda está en el hemisferio norte, mientras que está en el sur si su letra es menor que la "N".

Notación

Cada cuadrícula UTM se define mediante el número del huso y la letra de la zona.

Excepciones

La rejilla es regular salvo en 2 zonas, ambas en el hemisferio norte; la primera es la zona **32V**, que contiene el suroeste de Noruega; esta zona fue extendida para que abarcara también la costa occidental de este país, a costa de la zona **31V**, que fue acortada. La segunda excepción se encuentra aún más al norte, en la zona que se conoce como Svalbard.

3.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS BASICOS DE PROYECCION

3.4.1 *Proyección Conforme de Lambert*

Las características más importantes de esta proyección son las siguientes:

- El factor de escala es constante en los paralelos base, decreciendo en el área que está comprendida entre éstos y aumentando al alejarse de ellos.
- Los paralelos son círculos concéntricos, espaciados de manera tal que la distancia entre éstos es menor al centro del mapa.
- Los meridianos son radios de los círculos anteriores, y cortan a los paralelos en ángulo recto.

- Es una proyección cónica secante normal.
- Por sus características, su uso es adecuado para la representación de áreas que se extienden de Este a Oeste con poca variación en latitud.

3.4.2 Proyección Cilíndrica conforme Transversal de Mercator

Las principales características de esta proyección son las siguientes:

- La línea de rumbo o loxodrómica se representa por una recta, midiéndose con facilidad.
- Las distancias se miden fácilmente sobre líneas rectas.
- Utiliza el sistema de coordenadas rectangular.
- En superficies pequeñas se conservan las formas geométricas.
- La escala de distancias no es uniforme.
- Los polos no tienen representación, deformación excesiva.
- En la representación de grandes superficies se acusa cierta distorsión que aumenta a mayor latitud.
- No hay proporcionalidad en la representación de superficies para distintas latitudes.
- Es una proyección cilíndrica normal tangente.
- El factor de escala es constante para una latitud dada, incrementándose de manera exponencial, conforme nos alejamos del Ecuador y es igual a la unidad en él (punto de tangencia). Por esta razón la escala es verdadera solo en el Ecuador (observe el comportamiento en la figura 3.16).
- Por la razón anterior, las superficies se distorsionan de manera incremental conforme nos acercamos a los polos. Por ejemplo, en esta proyección, Groenlandia se ve mayor que Sudamérica, cuando en realidad Groenlandia tiene un octavo del tamaño de Sudamérica.
- Como se mencionó anteriormente, cualquier línea recta en esta proyección representa la línea de rumbo constante, no debe confundirse ésta, con la línea de distancia más corta.
- Su aplicación principal es la elaboración de cartas de navegación.



Figura 3.16 Proyección de Mercator

La proyección de Mercator se considera práctica hasta los 70° de latitud N o S, para latitudes mayores, la deformación por amplificación resulta excesiva para su uso.

Este sistema ha sido muy utilizado para la navegación por su sencillez de manejo. Los navíos en alta mar al dirigirse de un punto a otro no siguen una línea recta, sino que describen una línea denominada **loxodrómica**, que corta a los meridianos con el mismo ángulo, es decir mantiene el rumbo constante. Al representar esta línea loxodrómica en una proyección de Mercator, esta se

transforma en una línea recta que une los puntos de origen y destino, cortando a todos los meridianos con el mismo ángulo.

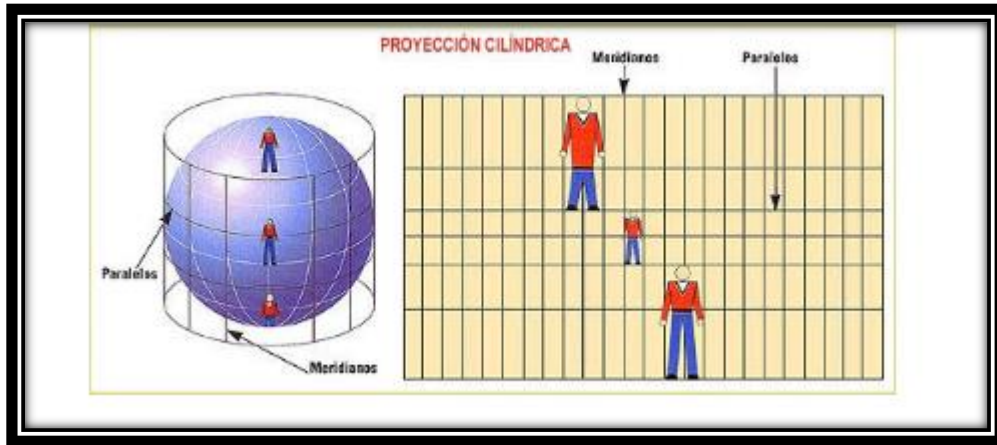


Figura 3.17 Proyección de Mercator, izquierda, posición del cilindro respecto a la Tierra. Derecha, superficie cilíndrica desarrollada reflejando la deformación.

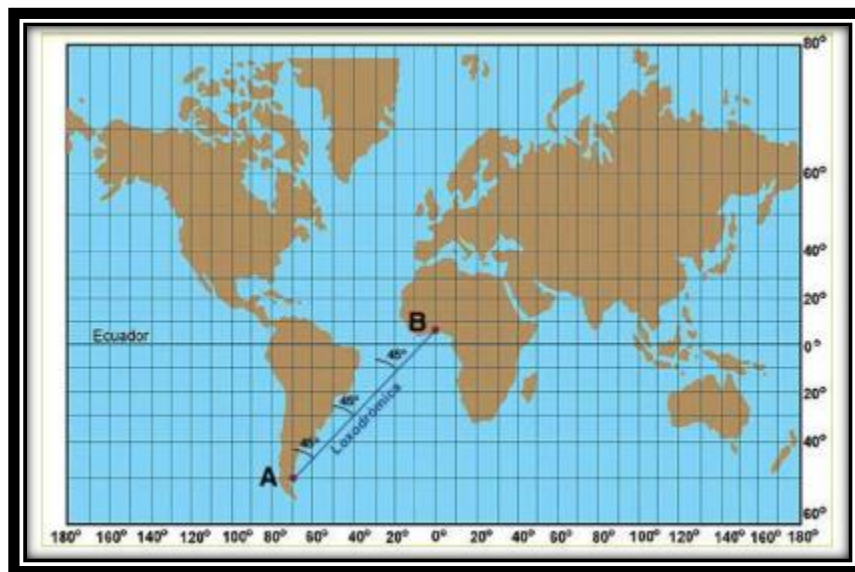


Figura 3.18 Mapamundi según la Proyección de Mercator. Se refleja el rumbo que seguiría un barco desde el punto A al punto B, una línea recta que forma el mismo ángulo con todos los meridianos.

3.4.3 Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM)

Las características esenciales de éste Sistema de Coordenadas son las siguientes:

- La Tierra aparece dividida en **60 zonas o husos**.
- Cada zona UTM tiene como bordes o límites dos meridianos separados 6° .
- Cada zona UTM está dividida en 20 bandas, desde la C hasta la M en el hemisferio sur, y las bandas N a X en el hemisferio norte.
- La línea central de una zona UTM se hace coincidir con un meridiano del sistema geodésico tradicional, al que se llama **meridiano central** y define el origen de la zona UTM.
- Por convenio, se considera el **origen de una zona UTM** al punto donde se cruzan el meridiano central de la zona con el ecuador. A este origen se le define con un valor de 500 km Este, y 0 km Norte cuando consideramos el hemisferio norte. Con un valor de 500 km Este y 10.000 km Norte cuando consideramos el hemisferio sur.
- Las primeras 19 bandas (C a W) están separadas una altura de 8° cada una. La banda X tiene una altura de 12° .
- Esto crea una relación entre las coordenadas geodésicas (longitud y latitud medida en grados) y las rectangulares UTM (medidas en metros) y permite el diseño de fórmulas de conversión entre estos dos tipos de coordenadas.
- Por tanto, los límites este-oeste de una zona UTM están comprendidos en una región que está 3° al Oeste y 3° al Este del meridiano central. Los meridianos centrales están también separados por 6° de longitud.
- Los límites Norte-Sur de una zona UTM es aquella comprendida entre la latitud 84° N, y la latitud 80° S. El resto de las zonas de La Tierra (las zonas polares) están abarcadas por las **coordenadas UPS (Universal Polar Stereographic)**.
- Cuando se considera la orientación norte-sur, una línea de una zona UTM coincide con los meridianos de las coordenadas angulares sólo en el meridiano central.

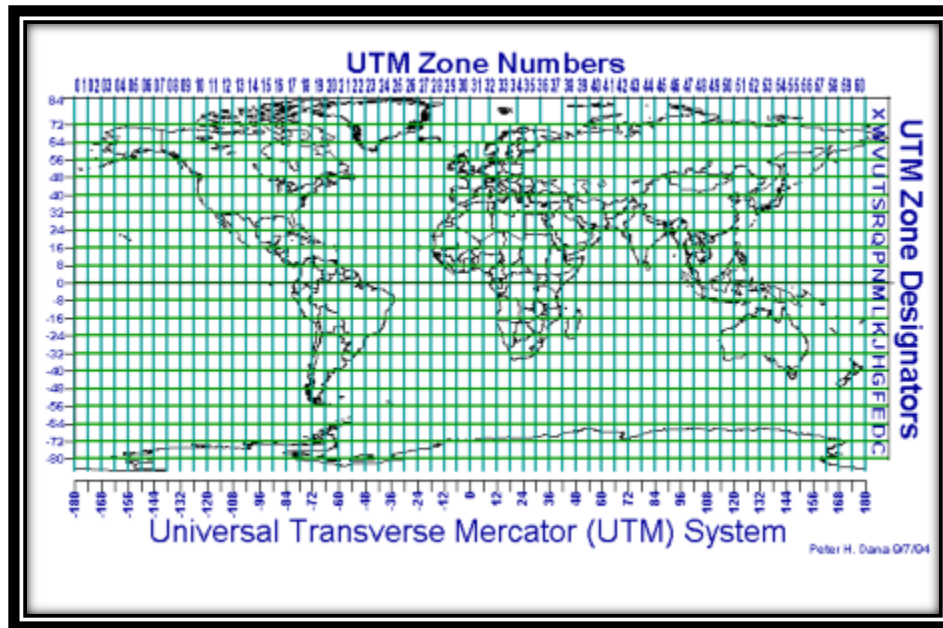


Figura 3.19 Esquema de Mapamundi según la Proyección UTM.

- En el resto de la zona no coinciden las líneas de la zona UTM con los meridianos. Estas diferencias se acentúan en los extremos derecho e izquierdo de la zona UTM, y se hacen mayores conforme nos alejamos del meridiano central.
- Por esta razón, en una zona UTM, la única línea que señala al verdadero norte es aquella que coincide con el meridiano central. Las demás líneas en dirección Norte-Sur se desvían de la dirección del polo norte verdadero. El valor de esta desviación se denomina **convergencia de cuadrícula**. Los mapas topográficos de cierta calidad suelen incluir esta información referenciándola con el centro del mapa.
- Las bandas UTM no tienen la misma anchura y, por tanto, la misma área. La anchura de una zona UTM es máxima en el ecuador, pero va disminuyendo conforme nos vamos acercando a los polos en ambos hemisferios por igual (La Tierra es, casi, una esfera). Las distancias entre los meridianos disminuyen cuando nos acercamos a los polos (de hecho, en los polos, el valor de longitud de los meridianos es cero).

- La declinación en el hemisferio norte es Oeste cuando el valor de la distancia hacia el Este es inferior a 500.000 metros, y es Este cuando es mayor de 500.000 metros.
- Puesto que un sistema de coordenadas rectangulares como el sistema UTM no es capaz de representar una superficie curva, existe cierta distorsión. Considerando las 60 zonas UTM por separado, esta distorsión es inferior al 0,04%.
- Cuando se considera la orientación Este-Oeste, sucede un fenómeno parecido. Una línea UTM coincide con una sola línea de latitud: la correspondiente al ecuador. Las líneas de la zona UTM se curvan hacia abajo conforme nos movemos al norte y nos alejamos del meridiano central, y no coinciden con las líneas de los paralelos. Esto se debe a que las líneas de latitud son paralelas al ecuador en una superficie curva, pero las líneas horizontales UTM son paralelas al ecuador en una superficie plana.
- Una zona UTM siempre comprende una región cuya distancia horizontal al Este es siempre inferior a 1.000.000 metros (de hecho, la anchura máxima de una zona UTM tiene lugar en el ecuador y corresponde aproximadamente a 668 km). Por eso siempre se usa un valor de distancia al Este de no más de 6 dígitos cuando se expresa en metros.
- Para cada hemisferio, una zona UTM siempre comprende una región cuya distancia vertical hacia el Norte es inferior a 10.000.000 metros (realmente algo más de 9.329.000 metros en la latitud 84° N). Por eso siempre se usa un valor de distancia al Norte de no más de 7 dígitos cuando se expresa en metros.
- Por esta razón siempre se usa un dígito más para expresar la distancia al Norte que la distancia al Este.

3.5 WORLD GEODETIC SYSTEM 84 (QUE SIGNIFICA SISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL 1984 WGS 84)

Un sistema geodésico unificado se volvió esencial en la década de 1950 por varias razones:

- La ciencia espacial internacional y el comienzo de la astronáutica.
- La falta de información geodésica intercontinental.
- La incapacidad de los grandes sistemas geodésicos, como el European Datum (ED 50), North American Datum (NAD) y Datum Tokio (TD), para proporcionar una red mundial de datos geo-base.
- Necesidad de mapas globales para la navegación, la aviación y la geografía.

A finales de 1950, el Departamento de Defensa de Los Estados Unidos, junto con científicos de otras instituciones y países, comenzó a desarrollar el sistema mundial necesario para que los datos geodésicos pudieran ser referidos y la compatibilidad se estableciera entre las coordenadas de los sitios de interés muy distantes. El esfuerzo del ejército, la armada y la fuerza aérea de los E.E.U.U. se combinaron dando lugar a la Dod Sistema Geodésico Mundial 1960 (WGS 60)

Antes de WGS 60, el Ejército de los EE.UU. y los EE.UU. de la Fuerza Aérea había desarrollado un sistema cada uno mediante el uso de diferentes enfoques para el método gravimétrico orientación dato. Para determinar los parámetros de orientación gravimétricos, la Fuerza Aérea utilizó la media de las diferencias entre el gravimétrico y deflexiones astro-geodésico y las alturas del geoide (ondulaciones) en las estaciones seleccionadas específicamente en las áreas de los puntos de referencia más importantes. El Ejército realiza un ajuste para minimizar la diferencia entre astro-geodésicos y gravimétricos geoides.

Sistema Geodésico Mundial 1966 (WGS 66)

Pasos para la mejora de un sistema global fueron los Astrogeoid de Irene Fischer y el datum Mercury astronáutica. En enero de 1966, un Sistema Geodésico Mundial comité compuesto por representantes de los Estados Unidos Ejército de Tierra, la Armada y la Fuerza Aérea, fue acusado de la responsabilidad de desarrollar una WGS mejora necesarios para satisfacer los requerimientos de la cartografía y geodesia. Otras observaciones de gravedad superficiales, los resultados de la extensión de las redes de triangulación y trilateración, y grandes cantidades de Doppler y los datos ópticos satelitales disponibles desde el desarrollo de WGS 60. Con los datos adicionales y mejores técnicas, WGS 66 fue producido que sirve las necesidades del Departamento de Defensa durante unos cinco años después de su puesta en práctica en 1967. Los parámetros que definen del elipsoide WGS 66 eran el aplanamiento ($1/298.25$), determinado a partir de datos de satélite y el semieje mayor (6.378.145 metros), determinado a partir de una combinación de satélites y los datos Doppler astro-geodésicas. A todo el mundo $5^\circ \times 5^\circ$ significar gravedad de aire libre de anomalías proporcionado los datos básicos para la producción del WGS 66 gravimétrico del geoide. También, un geoide referencia al elipsoide WGS 66 se derivó de los datos disponibles astrogeodetic para proporcionar una representación detallada de zonas delimitadas.

Sistema Geodésico Mundial 1972 (WGS 72)

Después de un gran esfuerzo se extiende durante un período de aproximadamente tres años, el Departamento de Defensa del Sistema Geodésico Mundial 1972 se completó. Satélite seleccionado, la gravedad de superficie y datos astrogeodésicos disponible a través de 1972 del Departamento de Defensa de ambas fuentes y no DoD-se utilizaron en una solución unificada de WGS (a gran escala de ajuste por mínimos cuadrados). Los resultados del ajuste consistió de correcciones a coordenadas de la estación iniciales y los coeficientes del campo gravitatorio.

La mayor colección de datos nunca utilizados con fines WGS fue montada, procesada y aplicada en el desarrollo de WGS 72. Ambos datos satelitales ópticos y electrónicos fueron utilizados. Los datos de los satélites electrónicos consistía, en parte, de los datos proporcionados por el Doppler Marina de los EE.UU. y la cooperación no DoD estaciones de seguimiento de satélites establecidos en apoyo del Sistema Satelital de Navegación de la Marina (NNSS). Doppler datos también estaba disponible a partir de los numerosos sitios establecidos por GEOCEIVERS durante 1971 y 1972. Doppler de datos fue la principal fuente de datos para el sistema WGS 72. Otros datos satelitales electrónicos fueron proporcionados por el Secor (Colación secuencial de rango) Red Ecuatorial completado por el Ejército de los EE.UU. en 1970. Los datos ópticos de satélite del programa mundial geométrica triangulación por satélite fue provista por el sistema de cámara de BC-4. Los datos del Observatorio Astrofísico Smithsonian se utilizó también que incluía cámara (Baker Nunn) y algunos de telemetría por láser.

Sistema Geodésico Mundial 1984 (WGS 1984)

A principios de 1980 la necesidad de un nuevo sistema geodésico mundial era generalmente reconocido por la comunidad geodésica, también dentro del Departamento de Defensa de EE.UU. WGS 72 ya no proporcionaba datos suficientes, la información, la cobertura geográfica, o la exactitud de producto para todas las aplicaciones de entonces-actuales y futuras. El medio para producir un WGS nuevo estaba disponible en forma de datos mejorados, una mayor cobertura de datos, tipos de datos nuevos y mejores técnicas. GRS 80 parámetros disponibles, junto con Doppler, que van vía satélite y láser interferometría de base muy larga (VLBI) Observaciones constituyó nueva información significativa. Una excelente fuente de datos nueva se ha podido disponer de la altimetría radar por satélite. También disponible era un avanzado método de mínimos cuadrados llamado colocación que permitió una solución consistente combinación de diferentes tipos de medidas en relación con todo el campo de gravedad de la Tierra, es decir, geoide, anomalías de la gravedad, deflexiones, dinámico Doppler etc.

En la actualidad es el sistema de referencia usado por el Sistema de Posicionamiento Global. Es geocéntrico y coherente a nivel mundial dentro de ± 1 m. Actuales realizaciones geodésicas del sistema geocéntrico de referencia familiar Sistema Internacional de Referencia Terrestre (ITRF) mantenida por el IERS es geocéntrico, e internamente coherente, a nivel de pocos centímetros, sin dejar de ser un metro de nivel que WGS 84.

El WGS 84 utilizado originalmente el 80 GRS elipsoide de referencia, sino que ha sido objeto de algunas mejoras menores en posteriores ediciones desde su publicación inicial. La mayoría de estas mejoras son importantes para los cálculos de alta precisión orbitales de los satélites, pero tienen poco efecto práctico en los usos típicos topográficos. En la tabla siguiente se muestran los parámetros de los elipsoides primarios.

Elipsoide de referencia	Semi-eje mayor	Semi-eje menor	Inverso aplastamiento
GRS 80	6378137.0m	$\approx 6356752.314140m$	298.257222101
WGS 84	6378137.0m	$6356752.314245m$	298.257223563

Tabla 3.1 Dimensiones de los ejes del Elipsoide

La diferencia muy pequeña en los resultados así aplanamiento en una muy teórica diferencia de 0,105mm en el eje semi-polar. Para la mayoría de los propósitos, los ejes polares diferentes se pueden combinara6 356752,3metros, con el achatamiento inverso redondeado a 298,257.0 metros.

Longitudes de WGS 84

WGS 84 utiliza el IERS meridiano de referencia definido por el Bureau International de l Heure, que se define por la compilación de las observaciones de estrellas en diferentes países. La media de estos datos debido a un

desplazamiento de unos 100 metros al Este lejos del meridiano de Greenwich, Reino Unido.

Las posiciones de longitud en WGS84 están de acuerdo con los de la antigua North American Datum 1927 en aproximadamente 85° de longitud oeste, en el centro-este de Estados Unidos

Actualizaciones y Nuevas Normas

La última revisión importante del WGS 84 se conoce también como “La Tierra Modelo Gravitacional 1996” (EGM 96), publicado por primera vez en 1996, con revisiones tan recientes como en 2004. Este modelo tiene la misma referencia elipsoide WGS como 84, pero tiene un geoide de mayor fidelidad (a unos 100km de resolución versus 200km para el original WGS84)

3.6 EVOLUCIÓN DE LA GEODESIA EN EL SALVADOR

A lo largo de la historia de El Salvador, se han realizado diferentes trabajos orientados a la determinación de la forma y dimensiones del territorio nacional.

Estos trabajos dieron origen a diferentes redes materializadas como puntos sobre el terreno con mayores o menores densidades de cobertura y de aceptable valores de precisión. Logrando que en la década de los años 50's y 60's se establecieron las primeras redes geodésicas con un aproximado de 1500 puntos o vértices en todo el país.

Esta primera Red Geodésica Nacional estaba constituida por tres arcos principales de triangulación: Arco Norte, Central y Costero.

Estas redes tenían bases de longitud de 20 a 70kms, de donde se derivaban cadenas de segundo y tercer orden, establecidas para diferentes proyectos tales como estudios de Carreteras, Proyectos Hidroeléctricos, Irrigación y Drenaje, Puntos de Control para fotografías aéreas, etc.

Esta comprende más de 1500 vértices geodésicos de distinto orden de precisión, además de 160 líneas de nivelación con más de 3,000 Bancos de Marca, igualmente de diferente orden.

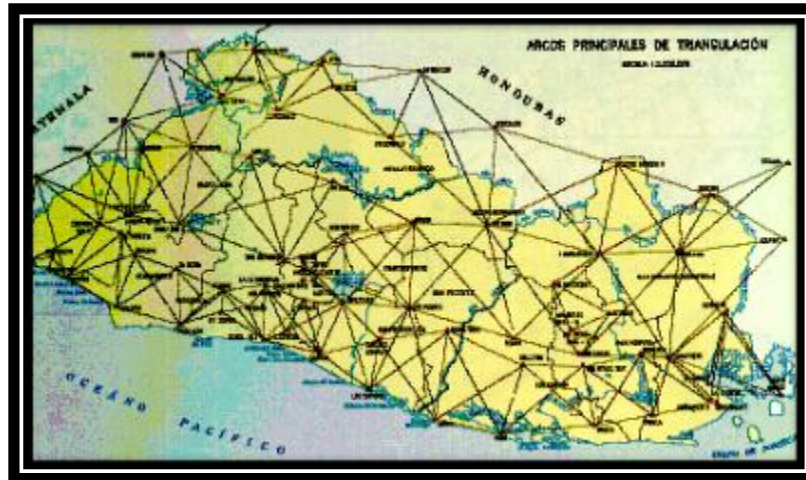


Figura 3.20 Antigua Red Geodésica de Triangulación de Primer Orden



Figura 3.21 Red de Nivelación Geodésica

3.6.1 La Nueva Red Geodésica Nacional

Con el impulso de esta tecnología satelital y los grandes avances alcanzados por los países industrializados en esta área, el Centro Nacional de Registros-Instituto Geográfico Nacional, inicia a mediados de la década de los 90's un proyecto muy ambicioso, el cual consistió en establecer su primera Red Geodésica de Primer Orden con equipo satelital GPS, enmarcándolo en el Sistema Geodésico Mundial (WGS 84).

Esta nueva Red Geodésica se subdivide en tres Redes:

- Red de Referencia Salvadoreña (RRS)
- Red Geodésica Básica (RGB)
- Red de Densificación Salvadoreña (RDS)

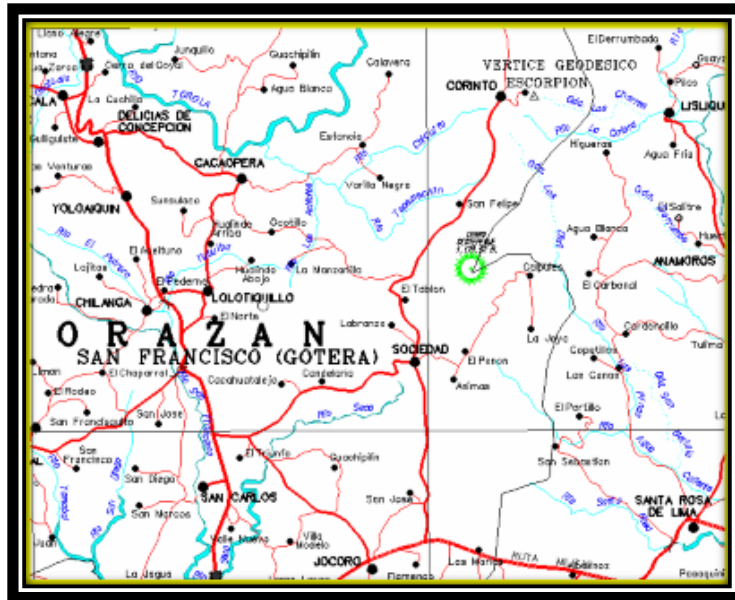


Figura 3.22 Red de Referencia Salvadoreña

La Red de Referencia Salvadoreña está conformada por tres vértices:

- SOLEDAD: Ubicado en Colonia La Cima, San Salvador
- ESCORPION: Ubicado en el Municipio de Corinto, Morazán
- SAN DIEGO NORTE: Ubicado en el Municipio de Metapán, Santa Ana

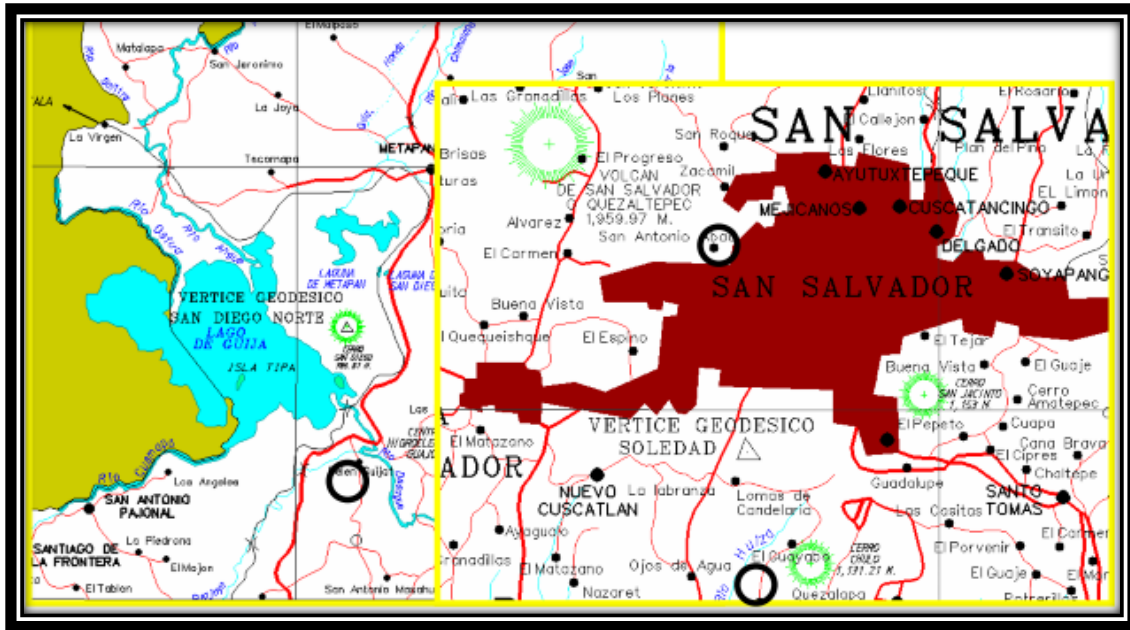


Figura 3.23 Red de Referencia Salvadoreña formada por 3 vértices

Estos tres vértices fueron observados durante 72 horas no continuas, para obtener Posiciones Absolutas. El amarre de estos vértices, también denominado “gran triángulo” se realizó a Estaciones de Referencia de Operación Constante (CORS), tales como: Gala (Isla Galápagos), Bogotá (Bogotá, Colombia), MDO1 (McDonalds 1, EEUU).

Las Estaciones CORS, son estaciones GPS, las cuales están rastreando información satelital 24 horas continuas durante todo el año y se encuentra en zonas estratégicas en todo el mundo, con esta información y el sistema utilizado “Sistema Internacional Earth Rotation Service Terrestrial Reference Frame 2000” (ITRF00), calculan la velocidad de la Corteza Terrestre y a su vez los desplazamientos de la Placa Tectónica, actualizando de esta manera las coordenadas en el Sistema (WGS 84).

A estos vértices: Soledad, Escorpión y San Diego Norte cuyas coordenadas provienen de Estaciones CORS, descritas con anterioridad, le anexamos la Estación CORS de El Salvador, denominada San Salvador Ilopango Airport (SSIA), ubicada en el Aeropuerto de Ilopango; constituyendo todo la Red de Referencia Salvadoreña.



Figura 3.24 Estaciones CORS en el mundo

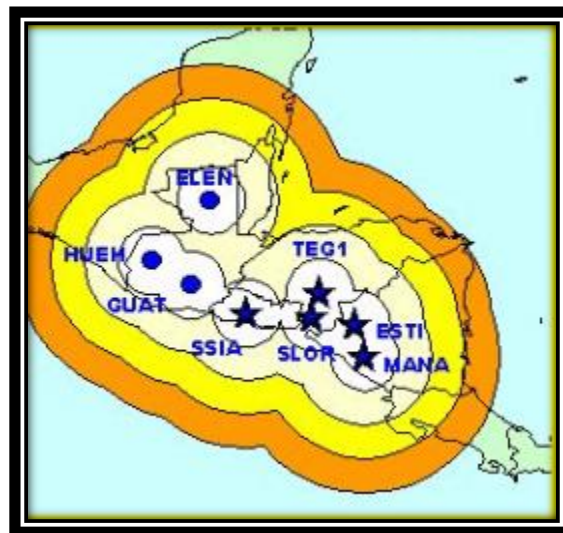


Figura 3.25 Estaciones CORS en Centroamérica

ESTACION CORS "SAN SALVADOR ILOPANGO AIRPORT (SSIA)"



Figura 3.26 Estaciones CORS "San Salvador Ilopango Airport (SSIA)"



Figura 3.27 Estaciones CORS utilizadas para el amarre de la Red Geodésica Básica de El Salvador.

La Red Geodésica Básica es el resultado del Sistema Internacional Earth Rotation Service Terrestrial Reference Frame 1997 época 98, (ITRF) ya que esta red fue observada en 1998 con equipos GPS de doble frecuencia y amarrados a las posiciones absolutas descritas anteriormente.

Esta red consta de 16 vértices, los cuales tienen 8 horas de observación cada uno, y cubren la totalidad del país.

Las coordenadas de esta nueva Red Geodésica están en el Sistema Geodésico Mundial (WGS 84) o sea coordenadas geográficas (Latitud, Longitud y elevación elipsoidal); además de haber transformado éstas a planas (x e y) bajo la proyección Conforme de Lambert.

VÉRTICES DE LA RED GEODESICA BASICA GPS

- San Diego Norte Matarra
- Ataco Pista 97
- Aguachapío Taburete
- Chiquileca Jucuarán
- Signal Hill Guanaste
- Soledad Yayantique
- Los Menjivar Conchagua
- Dos Mil Escorpión



Figura 3.28 Red Geodésica Básica GPS

3.6.2 Red de Densificación Salvadoreña

La Red Geodésica Básica ha servido de apoyo para la densificación de los departamentos del país, cuyas líneas base es aproximadamente de 10 a 15 kilómetros y cuya información es la base geodésica para el Proyecto de Modernización del Catastro Nacional.

Actualmente se tienen densificadas las Redes de los Departamentos de Santa Ana, Ahuachapán, Sonsonate, San Salvador, La Libertad, La Paz, San Vicente, Usulután, La Unión y Cuscatlán; estando actualmente en el Departamento de Chalatenango.

Además, para fines topográficos a cada vértice se le asigna otro vértice, denominado Marca de Azimut (MKZ), el cual sirve de amarre-orientación en levantamientos tradicionales.

Estas son coordenadas ITRF 2000

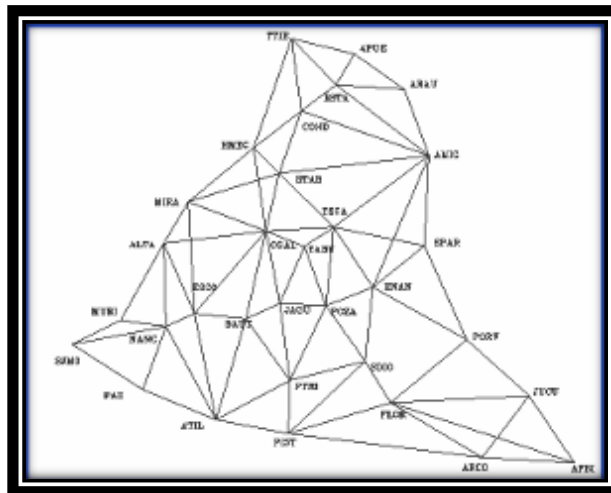


Figura 3.29 Red Geodésica del Depto. de Usulután

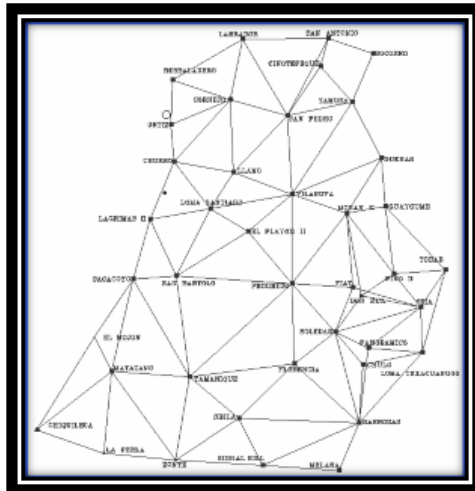


Figura 3.30 Red Geodésica de San Salvador-La Libertad.

Redes Geodésicas Urbanas

Además de las redes de densificación departamental están las Redes Geodésicas Urbanas, que son PARES DE PUNTOS GEODÉSICOS que se establecen dentro del radio urbano de cada municipio y referenciadas a la red departamental. Este tipo de mojones son de gran importancia particularmente para los levantamientos geodésicos o topográficos que realizan instituciones privadas o gubernamentales. Se tienen densificados todos los municipios del Departamento de San Salvador, La Paz, San Vicente, Usulután, La Unión y Cuscatlán.

Ejemplos de redes urbanas:

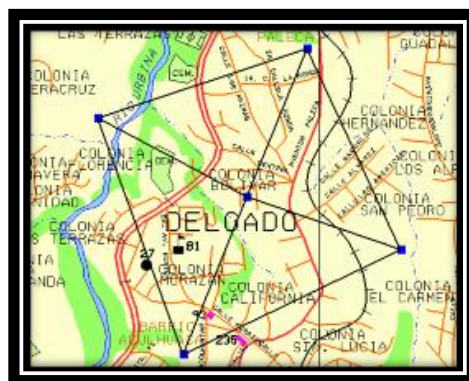


Figura 3.31 Geodesia Urbana Municipio de Ciudad Delgado

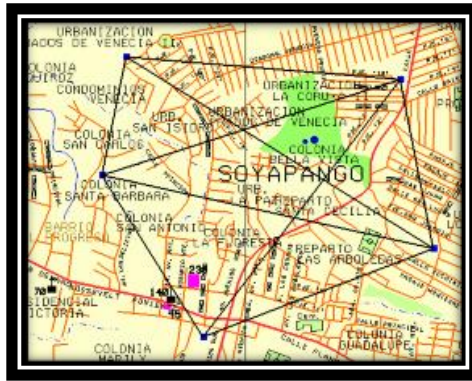


Figura 3.32 Geodesia Urbana Municipio de Soyapango.

3.6.3 Red Geodésica de Apoyo Fronteriza El Salvador-Honduras

Además de las diferentes redes geodésicas levantadas en todo lo largo y ancho del país, se ha desarrollado la Red Geodésica de Apoyo para los trabajos de la demarcación de la Frontera El Salvador-Honduras.

Esta red está integrada por 30 estaciones Geodésicas, distribuidas así:

- 15 en territorio salvadoreño
- 13 en territorio hondureño
- 2 en territorio de Guatemala.

Esta red es referenciada a Estación CORS de Centroamérica y ligada a la Red Geodésica Básica y la Red de Referencia de Gran Exactitud (HARN) levantado post Huracán Mitch por el National Geodesic Survey (NGS) y National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

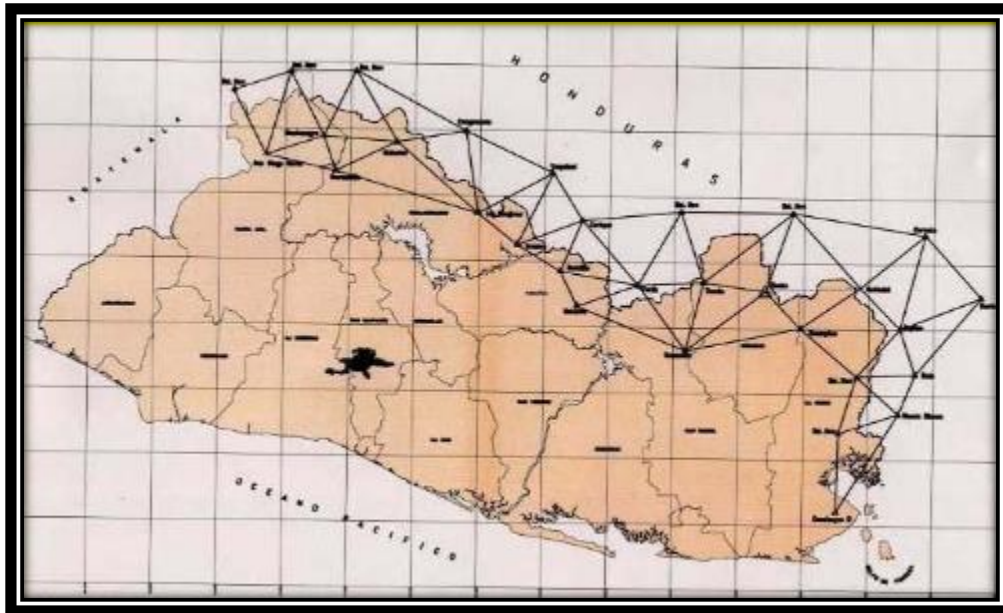


Figura 3.33 Red Geodésica de Apoyo Frontera El Salvador-Honduras

El establecimiento de Redes Geodésicas Horizontales por medio de equipos de posicionamiento global de alta precisión es solo una parte del componente para hacer Geodesia, otro elemento indispensable es el establecimiento de una Red de Nivelación de alta precisión que permita tener datos precisos de las elevaciones de todo el territorio Nacional, todo ello referenciado al nivel medio del mar.

Para ello existen varias redes de diferente orden de precisión que cubren todo el país por medio de puntos de nivelación conocidos como Bancos de Marca Geodésicos (BM), estos pueden ser de primero, segundo o tercer orden y normalmente se encuentran ubicados a lo largo de las principales carreteras.

Las primeras redes geodésicas verticales, al igual que las horizontales, fueron establecidas con el apoyo y dirección del Servicio Geodésico Interamericano (IAGS) mediante una serie de campañas de nivelación que cubrió la parte sur de México y Guatemala, así como una buena parte de Honduras y todo El Salvador (*Fig. 3.34*), haciendo un ajuste en base a las observaciones realizadas por largos períodos de tiempo en estaciones Mareograficas localizadas en cada uno de estos países, en el caso de El Salvador, se utilizaron las observaciones del mareógrafo ubicado en el antiguo puerto de Cutuco en el departamento de La Unión, de ahí es el nombre con el que se conoce como Datum La Unión 1960.

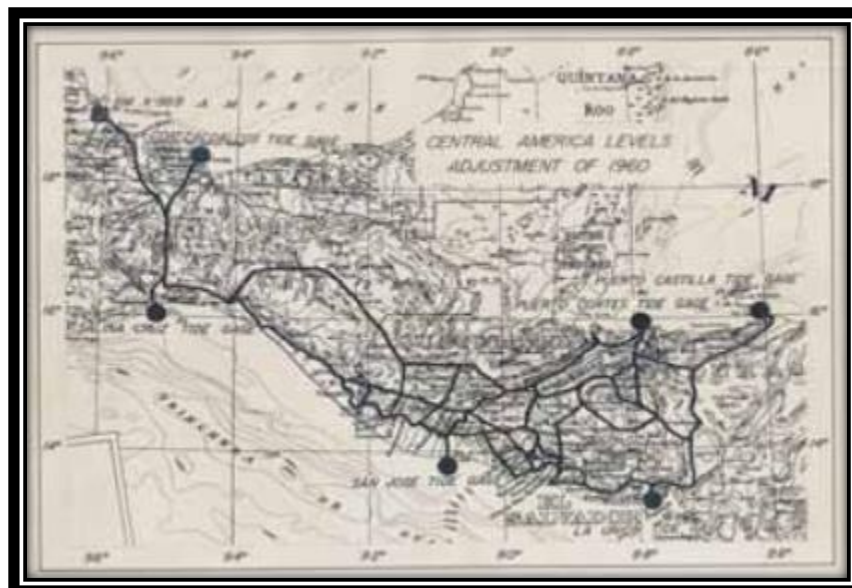


Figura 3.34 Ajuste de Niveles de 1960

Como resultado de este ajuste, se procedió a densificar la Red de Niveles cubriendo todo el territorio, esta red actualmente está compuesta por más de 150 líneas de 1er, 2do y 3er orden que incluyen más de 3500 Bancos de Marca (*Fig. 3.35*), utilizando para ello actualmente niveles electrónicos de alta precisión (*Fig. 3.36*).



Figura 3.35 Red Nacional de Niveles



Figura 3.36 Niveles Geodésicos Sokkia y Leica



Figura 3.37 Redes de Fronterizas de Amarres a Estaciones CORS.

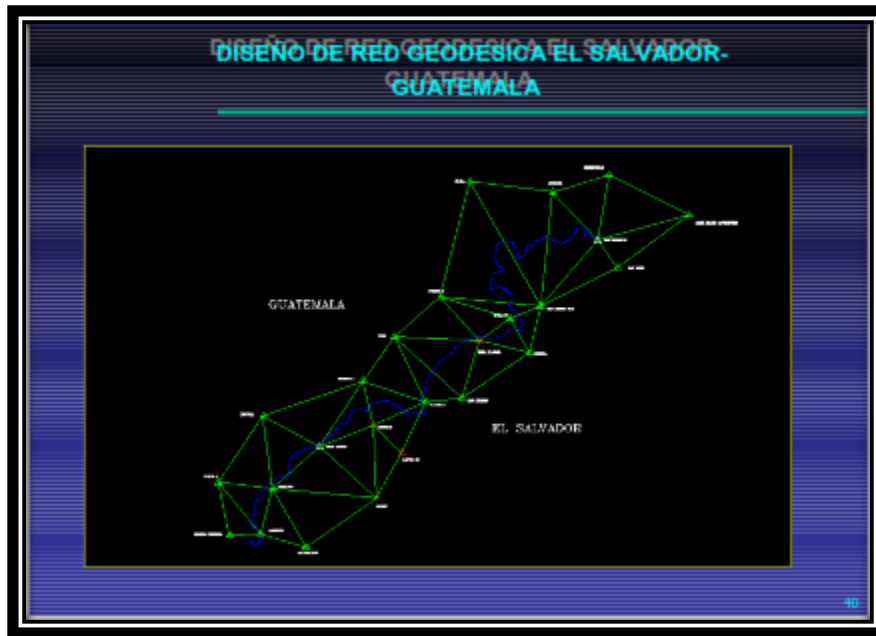


Figura 3.38 Diseño de Red Geodésica El Salvador-Guatemala.

3.7 EVOLUCIÓN INSTITUCIONAL GEOGRÁFICA EN EL SALVADOR

En 1946 es fundado el Instituto Geográfico Nacional (IGN), con el nombre de Oficina del Mapa, dependencia del Ministerio de Obras Públicas, siendo el Servicio Geodésico Interamericano, quien proporcionó el material indispensable para su funcionamiento, como es la fotografía aérea, para la realización de sus actividades de campo y gabinete.

La Oficina del Mapa, o sea la Institución Cartográfica en El Salvador, fue formada a insinuación del Gobierno de los Estados Unidos de América, para la preparación del mapa básico de El Salvador a escala 1:50,000, con el fin de tener un conocimiento claro y preciso del Continente Americano, para planificar la defensa intercontinental.

En julio de 1947, fue denominada Oficina de Cartografía y Geografía; y desde 1951 hasta 1955 se le conoció como Dirección de Cartografía.

Cuando se iniciaron las Semanas Cartográficas Centroamericanas, en 1955, se vió la necesidad de convertir a las instituciones cartográficas, en institutos geográficos nacionales, con el fin de poder coordinar, además de las labores cartográficas, otras actividades importantes como son la geografía, la geofísica, la hidrología, los recursos naturales, etc.; aspiración que se vió realizada hasta el 1 de Enero de 1968.

En el año de 1996, el Instituto Geográfico Nacional pasa a formar parte del Centro Nacional de Registros (CNR), el cual fue creado el 5 de diciembre de 1994, por decreto ejecutivo No 62 y publicado en el Diario Oficial No 227, tomo No 325 del 7 de diciembre de 1994; el cual nace debido a la necesidad de modernizar el sistema de administración de tierras de El Salvador. Para cumplir este objetivo, el CNR ejecuta el Proyecto “Modernización del Registro Inmobiliario y Catastro”, elaborado con apoyo de un préstamo del Banco Mundial.

El Instituto Geográfico Nacional (IGN), antes de su integración al CNR y del inicio del Proyecto de Modernización, era el responsable por ley de las actividades catastrales que servían de apoyo para la seguridad jurídica del registro, las cuales habían venido observando un estancamiento desde hacía varios años, y que redundó en una desactualización catastral severa.

Entre otras actividades, el mantenimiento y actualización del Catastro Nacional, en 1998, contaba con información catastral de aproximadamente el 70% del territorio, una franja de aproximadamente 4,000 kilómetros cuadrados en el norte del país, no había sido levantada por problemas de delimitación fronteriza con Honduras, como el conflicto bélico que durante 12 años afectaron a El Salvador y en particular a la zona norte del país.

Para llevar a cabo las diferentes actividades del Catastro al inicio del Proyecto de Modernización, el IGN contaba con equipos ya obsoletos; pero con la creación del Centro Nacional de Registros son fortalecidas las instituciones involucradas, por lo que bajo el marco de integración del proceso registral y catastral, se consideró conveniente que las funciones de mantenimiento catastral pasaran a depender

administrativamente de la Dirección de Registros, desligándose del Instituto Geográfico Nacional.

En ese momento, el catastro era visto como una herramienta valiosa para garantizar la seguridad jurídica de la tenencia de la propiedad, por lo que su integración con la Dirección de Registros se creyó lo más conveniente.

El Proyecto de Modernización permitió que tanto la Gerencia de Catastro como la parte restante del Instituto Geográfico Nacional fueran adquiriendo nuevas tecnologías e integrando las nuevas herramientas a sus procesos; el 30 de septiembre de 1999, la Gerencia de Catastro se transforma a Dirección, en vista de la importancia que va adquiriendo como instrumento estratégico para la toma de decisiones en el ámbito interinstitucional y la posibilidad de crear un catastro multifinilarario con las nuevas tecnologías utilizadas.

Desde ese momento, el catastro ya no es visto sólo como apoyo al Registro de la Propiedad y se empiezan a sentar las bases para la creación de un sistema de información geográfico por medio de alianzas o convenios con alcaldías e instituciones públicas y privadas. Mientras tanto, el IGN deja los procesos manuales de producción de cartografía y empieza a digitalizar la cartografía básica nacional en formato digital, con el apoyo de organismos internacionales como JICA (Japanese International Cooperation Agency) y NGA (National Geospatial-Intelligence Agency, ex –NIMA)

El 1° de julio de 2004 y en vista de la transformación y modernización que tuvieron las dos direcciones y con el objeto de realizar una integración horizontal de los procesos y aprovechar al máximo los recursos disponibles, la dirección del CNR decide que la Dirección del Instituto Geográfico Nacional y la Dirección de Catastro vuelvan a integrarse en una sola y formar lo que es conocido ahora como el Instituto Geográfico y del Catastro Nacional de gran proyección nacional e internacional.

3.8 COORDENADAS GEODÉSICAS Y APLICACIONES

3.8.1 Coordenadas Geodésicas

El sistema de coordenadas geodésicas es un “sistema de coordenadas en que la **posición** es especificada por la **latitud geodésica**, la **longitud geodésica** y en los casos tridimensionales la **altitud elipsoidal**”.

- **Latitud geodésica (φ)**, ángulo que forma el plano ecuatorial con la perpendicular al elipsoide desde un punto dado. Se toma positiva hacia el Norte.
- **Longitud geodésica (λ)**, ángulo que forma el plano meridiano de un punto dado. Se toma positiva hacia el Este.
- **Altura geodésica o elipsoidal h** , distancia a un punto desde el elipsoide medida a lo largo de la normal al elipsoide por este punto, positiva si es ascendente o el punto está fuera del elipsoide.

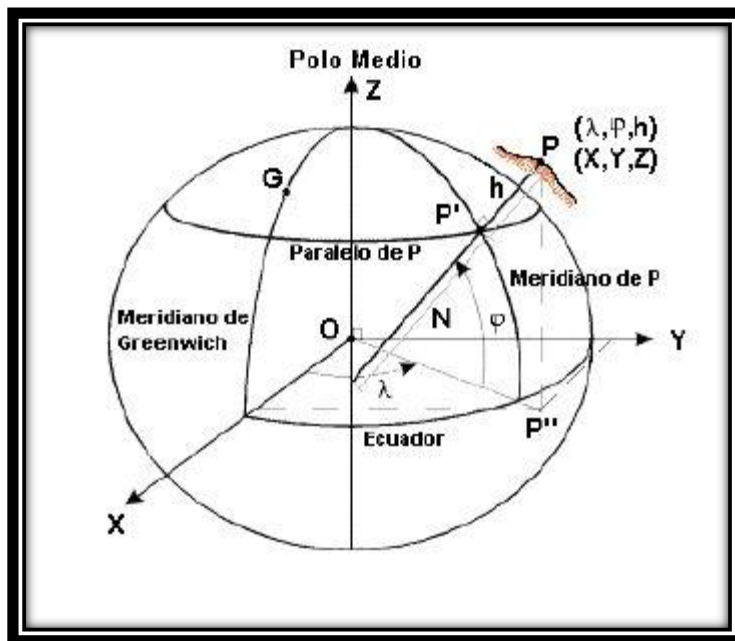


Figura 3.39 Esquema de las coordenadas geodésicas

VALORES DE LAS COORDENADAS GEODÉSICAS Y LAMBERT EN EL SALVADOR.

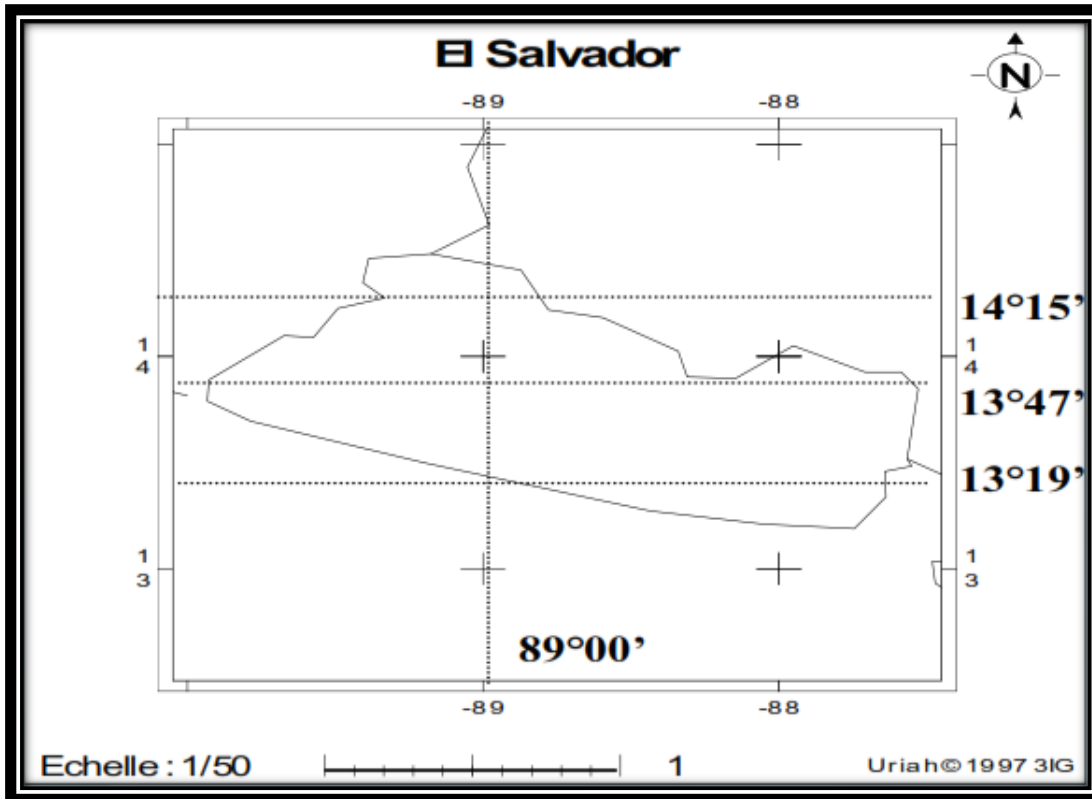


Figura 3.40 Origen de las coordenadas en El Salvador

Coordenadas del origen de la proyección:

Coordenadas geográficas:

Zona geográfica: **Coordenadas del origen de la proyección:**

300km (Este-Oeste) **$\lambda_0 = 89^{\circ}00' W$ (meridiano de origen)**

100km (Norte-Sur) **$\varphi_0 = 13^{\circ}47' N$ (latitud de origen)**

Coordenadas rectangulares:

$X_0 = 500\ 000.000m$ (falso Este)

$Y_0 = 295\ 809.184m$ (falso Norte)

Esferoide: **Paralelos estándar o normales**

a= 6378206.4m

13°19' N - 14°15' N

b= 6356583.8m

3.8.2 Mojones Geodésicos

Mojones geodésicos o vértices geodésicos, es una marca permanente en el terreno por un monumento de concreto reforzado con características especiales.



Figura 3.41 Mojón Geodésico

3.8.3 Características de los mojones geodésicos

- Todo punto de la red geodésica deberá estar permanentemente marcado en el terreno mediante el establecimiento de monumentos construidos de concreto armado “in situ” proporción mínima 1:2:2 de tal modo que se asegure razonablemente su permanencia y estabilidad.
- En relación con la permanencia de los monumentos, se deberá ejercer el criterio de construirlos con la solidez que las circunstancias lo permitan y ante la posibilidad de pérdida o destrucción, se le debe de construir al Vértice principal y a su Marca de Azimut una base o plancha subterránea de concreto alineado verticalmente con el centro de la placa o pin, situados estos en la cara superior del mojón, además de construir submonumentos o marcas de referencia, con características similares pero más pequeños, que permitan la recuperación inequívoca del monumento principal.
- Respecto a la estabilidad de los monumentos, se deberán tomar en cuenta para su establecimiento las características geológicas locales, del suelo y

las condiciones ambientales prevalentes, a fin de asegurar una razonable permanencia en posición a lo largo del tiempo.



Figura 3.42 Mojón Geodésico Principal



Figura 3.43 Placa del mojón secundario

- Las marcas de referencia deberán ser construidas en el sentido horario de las manecillas del reloj y la primera referencia si las condiciones topográficas lo permiten deberá estar ubicada al norte franco del vértice, la segunda con un azimut de 120° y la tercera referencia con un azimut de 240° , ligados estos con sus distancias respectivas medidas con cinta y orientadas con brújula.

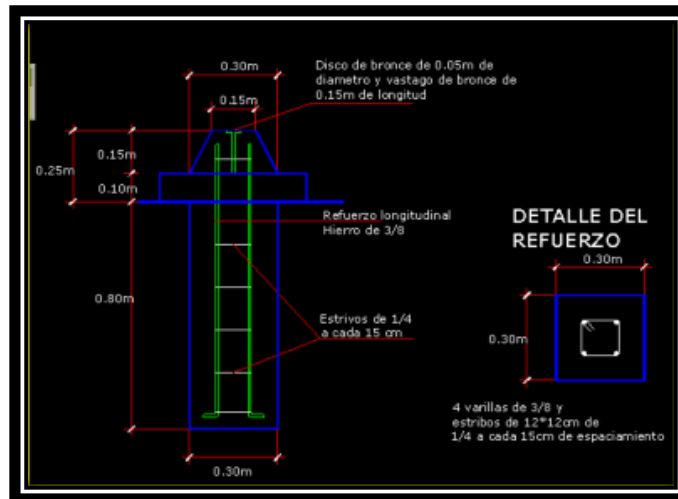


Figura 3.44 Detalle Típico para monumento de un vértice geodésico

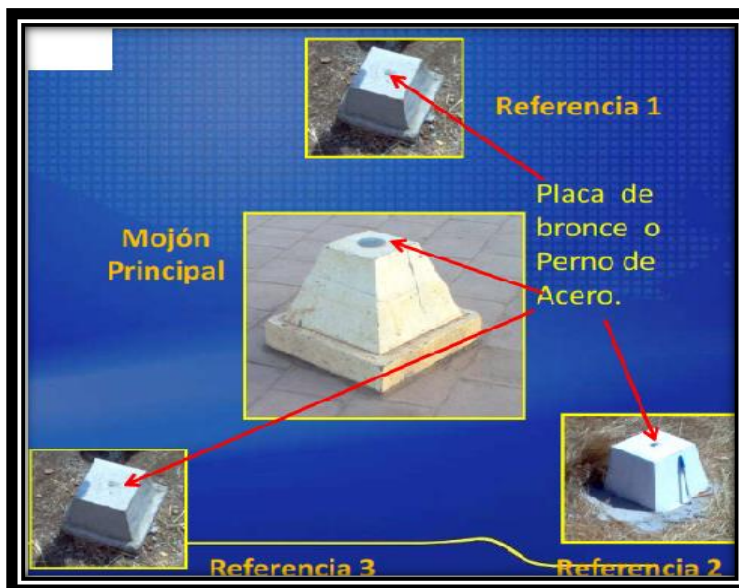


Figura 3.45 Referencias del mojón geodésico principal

3.8.4 Descripción del vértice geodésico

Todo punto que pertenezca o se incorpore a la Red Geodésica deberá contar con una descripción escrita, la cual será elaborada por la brigada de campo que ocupe el punto por primera vez y que sustituirá a la descripción preliminar elaborada durante la etapa de reconocimiento, esta descripción deberá contener toda la información que permita localizar el punto y llegar a él sin dificultad, con solo

seguir las direcciones indicadas, para ello, la descripción debe contener los siguientes datos:

- Nombre de la Institución.
- Nombre del proyecto.
- Nombre largo y corto del punto (ID GPS, por lo general 4 caracteres).
- Clase de Marca (tipo de mojón con placa o pin).
- Departamento, Municipio, Cantón o Caserío.
- Fotografía panorámica del punto.
- Se debe realizar la descripción general y local del vértice y de la Marca de Azimut orientados al Norte, indicando la distancia entre ellos, y señalando claramente todos aquellos aspectos de información que faciliten la localización del punto y que muestren gráficamente los detalles más importantes consignados en el texto.
- La descripción del punto debe estructurarse de modo que se vaya de lo general a lo particular para efectos de ubicación, iniciando por el departamento, municipio, hasta el cantón o caserío que le corresponda, sin dejar de hacer mención de las características geográficas regionales y locales y de los accidentes geográficos y culturales de importancia que se encuentren en la vecindad.
- Es importante incluir el nombre del propietario del inmueble para facilitar la búsqueda y llegada.
- La descripción debe contener una relación completa del itinerario para llegar al punto, especificando un sitio de partida fácilmente identificable, con distancias y tiempos de recorrido, tipo de transporte a utilizar, clase de vía incluyendo referencias a sitios poblados o accidentes geográficos que se encuentren en la ruta.
- Nombre de la persona que realizó la descripción y personal asistente.
- Fecha.
- Un cuadro de referencias que contenga Azimut y distancias entre el vértice y las referencias.

3.9 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)

El sistema de posicionamiento global, G.P.S, es un sistema mundial de navegación desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos. Actualmente este sistema consta de 24 satélites artificiales (21 regulares más 3 de respaldo) y sus respectivas estaciones en tierra, proporcionando información para el posicionamiento las 24 horas del día sin importar las condiciones del tiempo.

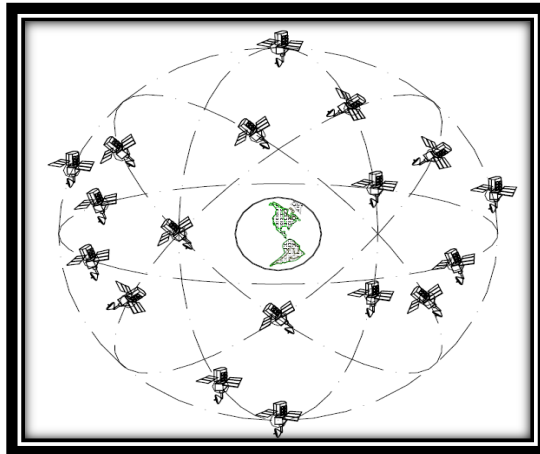


Figura 3.46 Representación gráfica del sistema de satélites artificiales NAVSTAR

Los satélites artificiales son utilizados por el G.P.S, como punto de referencia para el cálculo de posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra con precisiones cada día mejores.

Desde sus inicios puramente militares en el año 1978, sus aplicaciones han ido incrementándose constantemente en diversas áreas y los equipos receptores de G.P.S han ido disminuyendo tanto en tamaño como en costo.

En el campo de la ingeniería civil, el G.P.S se ha convertido en una herramienta indispensable para profesionales y técnicos en la determinación de posiciones y realización de levantamientos topográficos con rapidez y precisión.

Actualmente la tecnología existente permite manejar los datos obtenidos por medio de G.P.S. con los programas de aplicación en las ramas de ingeniería y geodesia.

- **FUNDAMENTOS**

El sistema de posicionamiento global por satélite o G.P.S., se basa en la medición de distancias a partir de señales de radio transmitidas por un grupo de satélites artificiales cuya órbita se conoce con precisión y captadas y decodificadas por receptores ubicados en los puntos cuya posición se desea determinar.

Si medimos las distancias de al menos tres diferentes satélites a un punto sobre la tierra, es posible determinar la posición de dicho punto por trilateración.

Recordaremos que la trilateración es un procedimiento similar a la triangulación pero basado en las medidas de los lados de un triángulo.

Los fundamentos involucrados en las mediciones con G.P.S. son los siguientes:

- Trilateración Satelital
- Medición de distancia desde los satélites
- Medición precisa del tiempo
- Conocimiento preciso de la órbita del satélite
- Corrección de errores en la propagación de la onda

- **TRILATERACIÓN SATELITAL**

Los satélites del sistema de posicionamiento global se encuentran girando alrededor de la Tierra en órbitas predefinidas a una altura aproximada de 20,200 kilómetros, siendo posible conocer con exactitud la ubicación de un satélite en un instante de tiempo dado, convirtiéndose por lo tanto los satélites en puntos de referencia en el espacio.

Supongamos que un receptor en la Tierra capta la señal de un primer satélite determinando la distancia entre ambos. Esto solamente nos indica que el receptor puede estar ubicado en un punto cualquiera dentro de la superficie de una esfera de radio R_1 tal y como se muestra en la figura.

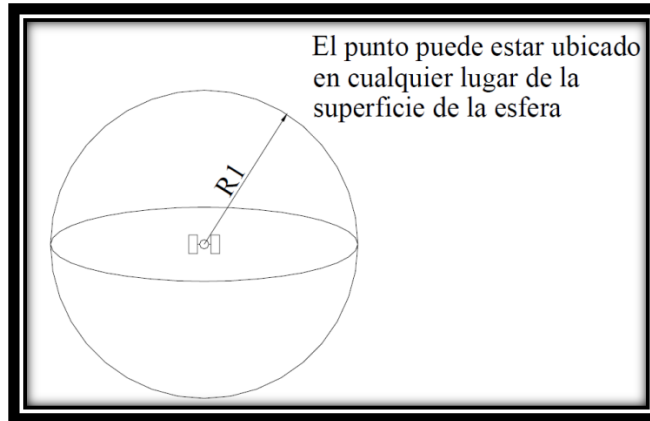


Figura 3.47 Esquema de un punto ubicado en la esfera

Si medimos la distancia de un segundo satélite al mismo receptor se generará una superficie esférica de radio R_2 , que al intersecarse con la primera esfera se formará un círculo en cuyo perímetro pudiera estar ubicado el punto a medir.

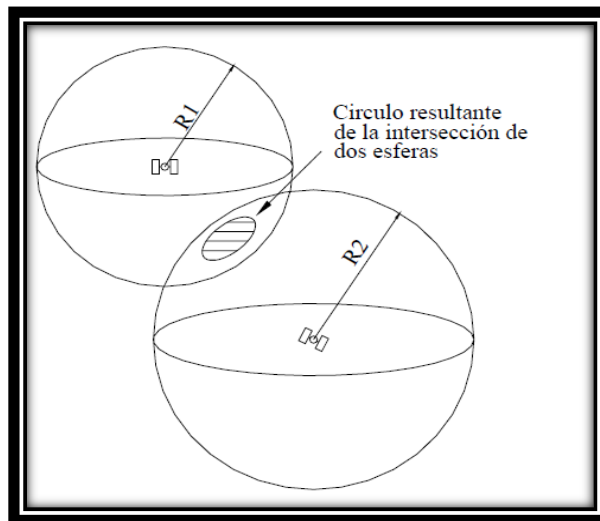


Figura 3.48 Intersección de círculos

Si agregamos una tercera medición, la intersección de la nueva esfera con las dos anteriores se reduce a dos puntos sobre el perímetro del círculo descrito.

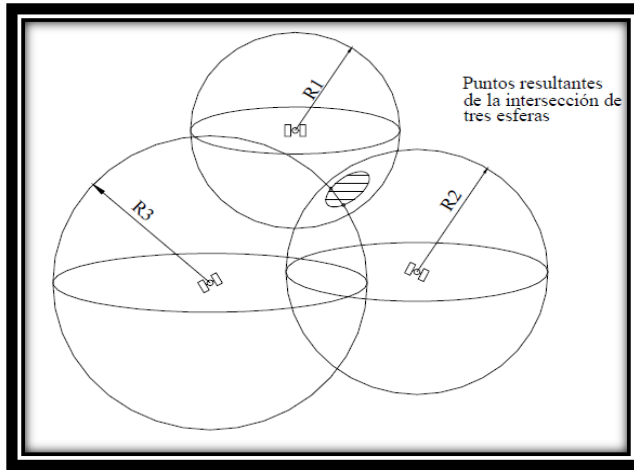


Figura 3.49 Intersección de 3 esferas para encontrar el área deseada

Uno de estos dos puntos puede ser descartado por ser una respuesta incorrecta, bien sea por estar fuera de espacio o por moverse a una velocidad muy elevada.

Matemáticamente es necesario determinar una cuarta medición a un diferente satélite a fin de poder calcular las cuatro incógnitas x , y , z y tiempo.

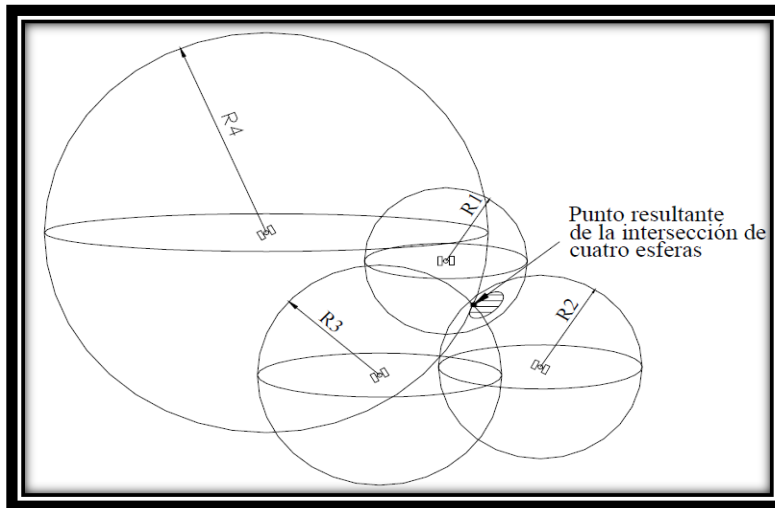


Figura 3.50 Intersección de 4 esferas y el punto buscado

- **MEDICIÓN DE DISTANCIA DESDE LOS SATÉLITES**

La distancia de un satélite a un receptor se calcula midiendo el tiempo de viaje de la señal de radio desde el satélite al receptor. Conociendo la velocidad de la señal de radio, la distancia se determina por medio de la ecuación de movimiento con velocidad uniforme.

$$D = v \cdot t$$

Siendo:

D = distancia en kilómetros desde el satélite al punto considerado

v = velocidad de la señal de radio, aproximadamente la velocidad de la luz

$v \approx 300.000 \text{ km/s}$

t = tiempo de viaje de la señal en segundos

Para poder medir el tiempo de viaje de la señal, es necesario conocer el instante en que la señal parte del satélite. Esto se logra generando códigos pseudoaleatorios tanto en el satélite como en el receptor y sincronizando ambas señales de manera que sean generadas al mismo tiempo, luego, comparando las dos señales se mide el desfase en tiempo (Δt) en el que la señal del satélite y la del receptor generan el mismo código.

El Δt representa el tiempo de viaje de la señal. Este proceso se esquematiza gráficamente en la figura.

- sincronizan el satélite y el receptor de manera que generen el mismo código al mismo tiempo.
- Se mide el desfase del tiempo de repetición del mismo patrón.

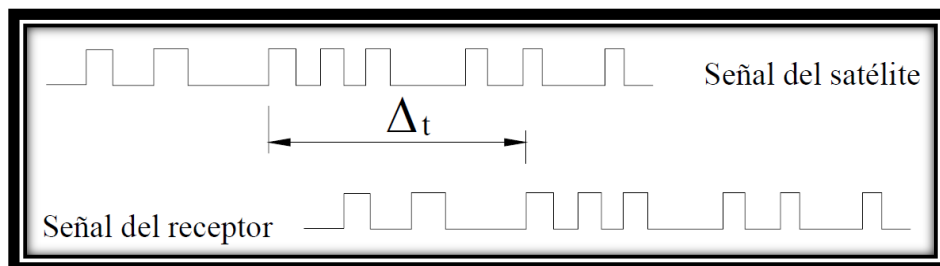


Figura 3.51 Esquema de medición del tiempo de viaje de la señal.

- **PRECISIÓN EN LA MEDIDA DEL TIEMPO**

La medición del tiempo de viaje es una actividad difícil de realizar. Debido a la gran velocidad de las señales de radio y a las distancias, relativamente cortas, a la cual se encuentran los satélites de la Tierra, los tiempos de viaje son extremadamente cortos. El tiempo promedio que una señal tarda en viajar de un satélite orbitando a 20,200 kilómetros a la Tierra es de 0,067 segundos.

Este hecho hace necesario la utilización de relojes muy precisos.

Los satélites portan relojes atómicos con precisiones de un nanosegundo, pero colocar este tipo de relojes en los receptores sería muy costoso. Para solucionar este problema los receptores corrigen los errores en la medición del tiempo mediante una medición a un cuarto satélite.

- **POSICIONAMIENTO DEL SATÉLITE**

Como se ha mencionado previamente, existen 24 satélites operacionales en el sistema NAVSTAR (NavigationSatelliteTiming and Ranging) orbitando la Tierra cada 12 horas a una altura de 20,200 kilómetros. Existen seis diferentes órbitas inclinadas aproximadamente 55° con respecto al Ecuador.

Alrededor de cada uno de estos planos giran cuatro satélites que son monitoreados constantemente por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos. En Tierra existen cinco estaciones de seguimiento y control: tres estaciones para la alimentación de datos y una estación de control maestro.

La estación de control maestro calcula, con los datos de las estaciones de seguimiento, la posición de los satélites en las órbitas (efemérides), los coeficientes para las correcciones de los tiempos y transmiten esta información a los satélites.

3.9.1 Corrección De Errores

Los errores que afectan las mediciones con G.P.S. se pueden agrupar en tres tipos diferentes:

- Errores propios del satélite
- Errores originados por el medio de propagación
- Errores en la recepción

- **ERRORES PROPIOS DEL SATÉLITE**

Errores orbitales o de efemérides, que afectan la determinación de la posición del satélite en un instante determinado con respecto a un sistema de referencia dado. Estos errores se originan debido a que no se conocen con la exactitud necesaria las órbitas de los satélites.

Errores del reloj Aunque sumamente precisos, los relojes atómicos pueden presentar variaciones debido a la deriva propia del instrumento y a la acción de los efectos relativísticos que originan un diferencial del tiempo entre el sistema del satélite y del sistema del G.P.S. Este diferencial de tiempo no es constante para todos los satélites, sin embargo, estos errores, de muy poca magnitud, son ajustados por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos.

Errores de configuración geométrica El efecto de la geometría en la ubicación de los satélites utilizados en la determinación de un posicionamiento queda expresado por los parámetros de la dilación de precisión geométrica (DPG).

Los parámetros de la DPG resultan en una medida compuesta que refleja la influencia de la geometría de los satélites sobre la precisión combinada de las estimaciones del tiempo y posición de la estación.

Los cuatro parámetros de la dilación de precisión geométrica son:

- PDOP: dilación de precisión para la posición
- HDOP: dilación de precisión horizontal
- VDOP: dilación de precisión vertical
- TDOP: dilación de precisión del tiempo

La configuración geométrica ideal se da cuando la posición relativa entre satélites forma ángulos agudos. Por el contrario, una configuración geométrica pobre se da cuando los satélites están alineados o su posición relativa forma ángulos llanos.

- **ERRORES ORIGINADOS POR EL MEDIO DE PROPAGACIÓN**

Como se mencionó anteriormente, los cálculos en el posicionamiento por satélite asumen que la señal viaja a una velocidad constante igual a la de la luz. Sin embargo, la velocidad de la luz se mantiene constante solamente en el vacío. Cuando la señal penetra la ionósfera y la tropósfera, debido a los cambios en densidades de las diferentes capas, se producen las refracciones ionosféricas y troposféricas, reduciendo la velocidad de la señal. Actualmente los receptores de G.P.S. toman en cuenta estas demoras haciendo las correcciones pertinentes.

El error por ruta múltiple (multipath) se origina debido a la posibilidad de que una señal reflejada por objetos ubicados en la superficie de la Tierra lleguen al receptor por dos o más trayectorias diferentes.

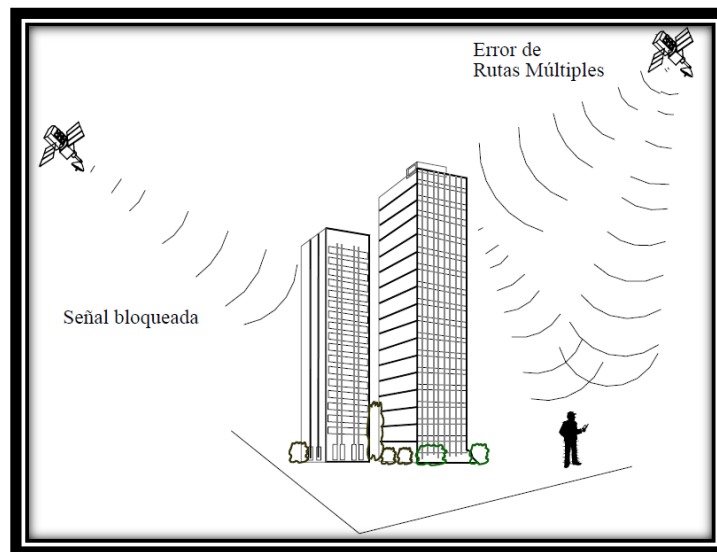


Figura 3.52 Error de rutas múltiples o multipath

Para minimizar los efectos del multipath se han desarrollado técnicas avanzadas de procesamiento de señales así como antenas para filtrar las señales que llegan de diferentes direcciones.

- **ERRORES EN LA RECEPCIÓN**

Los errores en la recepción solamente dependen del modo de medición y del tipo de receptor.

Los errores en la recepción son el ruido, centro de fase de la antena, errores del reloj oscilador y el error de disponibilidad selectiva (S/A), el cual es una degradación de la señal del satélite causada en forma intencional por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos.

El error de disponibilidad selectiva se corrige mediante la técnica de la corrección diferencial, en la cual se usa un receptor en una estación base cuya posición sea conocida con precisión y un receptor en el punto que se desea ubicar, recolectando datos simultáneamente.

Con la información obtenida en la estación base se calculan los diferenciales o correcciones que deben aplicarse a las mediciones del receptor en la estación del punto a ubicar.

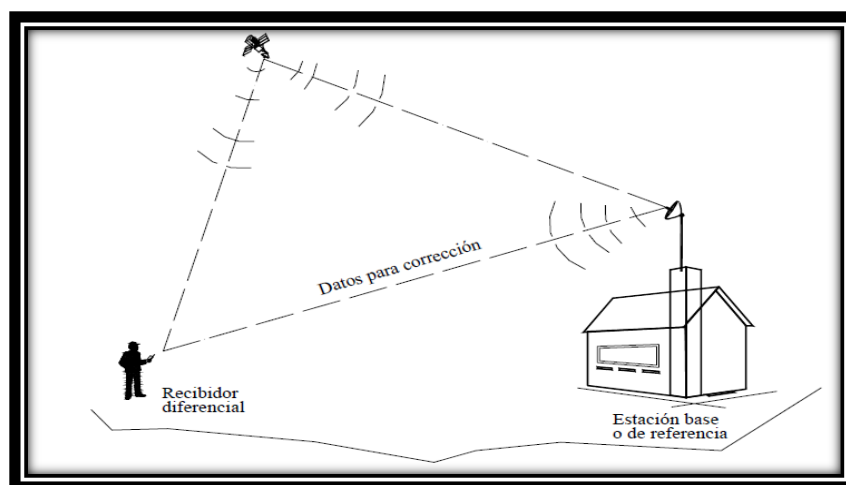


Figura 3.53 Corrección diferencial

3.9.2 Componentes Del Sistema G.P.S.

Un sistema G.P.S. está compuesto por el segmento espacial conocido como la constelación NAVSTAR conformado actualmente por 24 satélites (21 regulares más 3 de respaldo), el segmento de control conformado por estaciones de control máster y de alimentación y el segmento usuario constituido por los receptores, recolectores de datos y programas de aplicación o software.

Una información más detallada de los segmentos espacial y de control se puede obtener en Hoyer1 y Hoffman et al2.

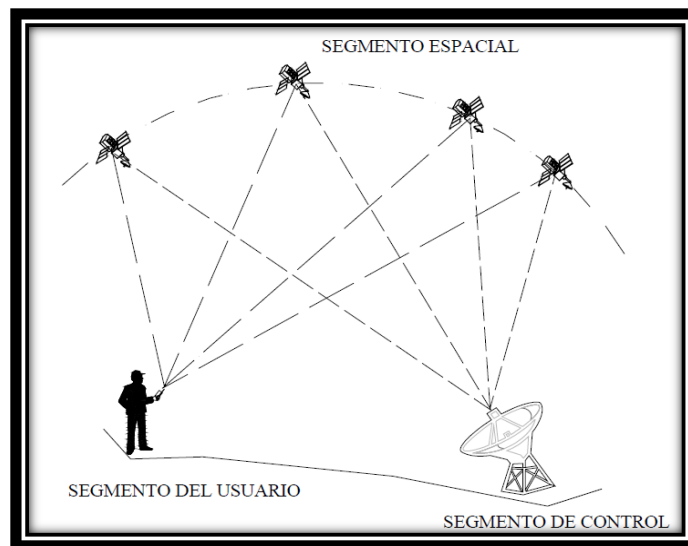


Figura 3.54 Componentes del sistema G.P.S.

- **EL SEGMENTO USUARIO.**

Diferentes fabricantes producen una gran variedad de equipos y productos para los usuarios de G.P.S.

Debido al permanente desarrollo tecnológico, estos equipos son constantemente mejorados en calidad y precisión haciendo cada vez más común su aplicación en diferentes actividades del ser humano.

El receptor, como su nombre lo indica es el instrumento que recibe y decodifica la señal del satélite calculando las coordenadas del punto deseado.

Los receptores varían en precisión, tamaño, peso, capacidad de almacenamiento de datos y número de satélites que utilizan para calcular posición.

En la actualidad los receptores G.P.S. están diseñados con la tecnología de canales múltiples paralelos conteniendo entre 5 y 12 circuitos receptores sintonizados cada uno ellos a la señal de un satélite en particular.

Los componentes básicos de un receptor G.P.S. son:

- 1) Antena con preamplificador para recibir la señal
- 2) Sección de radio frecuencia o canal
- 3) Microprocesador para la reducción, almacenamiento y procesamiento de datos
- 4) Oscilador de precisión para la generación de los códigos pseudoaleatorios utilizados en la medición del tiempo de viaje de la señal
- 5) Fuente de energía eléctrica
- 6) Interfaces del usuario constituidas por el panel de visualización y control o pantalla, teclado de comandos y manejo de datos
- 7) Dispositivo de almacenamiento de datos o memoria de almacenamiento

- **EL SEGMENTO ESPACIAL**

Cada uno de los satélites de la constelación NAVSTAR transmite dos señales de radio, L1 con una frecuencia de 1.575,43 MHz y L2 1.227,6 MHz. La señal L1 se modula con dos códigos de ruido pseudoaleatorios (PseudoRandomNoise, PRN), denominados Servicio de Posicionamiento Preciso (PPS) o código P o protegido, el cual puede ser encriptado para uso militar y el código de adquisición grueso (C/A Coarse/Adquisition) conocido como Servicio Estándar de Posicionamiento (SPS).

La señal L2 se modula solamente con el código P. La mayoría de los receptores de uso civil usan el código C/A para obtener la información del sistema G.P.S.

Además de los códigos, los satélites transmiten a los receptores información en un paquete de información repetitivo de cinco diferentes bloques con duración de 30 segundos.

- Bloque 1: Contiene los parámetros de corrección de tiempo y refracción ionosférica.
- Bloques 2 y 3: Contienen información orbital y precisa para el cálculo de efemérides
- Bloques 4 y 5: Con información orbital aproximada de todos los satélites del sistema en operación, tiempo universal coordinado, información ionosférica e información especial.

- **PRECISIONES CON G.P.S.**

La precisión obtenida con equipos G.P.S. puede variar en un rango entre milímetros y metros dependiendo de diversos factores.

Es importante mencionar que la precisión obtenida en la determinación de las coordenadas horizontales (Norte y Este) es de dos a cinco veces mayor que la determinación en la coordenada vertical o cota.

En general la exactitud obtenida en mediciones con G.P.S. depende de los siguientes factores:

- Equipo receptor
- Planificación y procedimiento de recolección de datos
- Tiempo de la medición
- Programas utilizados en el procesamiento de datos.

Existen dos tipos de exactitudes, la absoluta y la diferencial. En cuanto a la exactitud absoluta, utilizando el Servicio Estándar de Posicionamiento (SPS) se pueden obtener exactitudes en el orden de 20 m.

Si se usa el Servicio Preciso de Posicionamiento (PPS), o código P se pueden obtener exactitudes entre 5 y 10 m.

En cuanto a la exactitud diferencial, se pueden obtener exactitudes de hasta $\pm 0,1-1$ ppm y en proyectos científicos con equipos adecuados y un riguroso control en todas las etapas del trabajo se pueden lograr exactitudes de $\pm 0,01$ m $\pm 0,1$ ppm.

3.9.3 DGPS o GPS Diferencial

Sistema de Posicionamiento Global Diferencial (DGPS) es una mejora de sistema de posicionamiento global que ofrece una mayor precisión, ubicación desde la precisión nominal 15 metros GPS a aproximadamente 10 cm en el caso de las mejores implementaciones.

DGPS utiliza una red de estaciones fijas, de referencia con base en tierra para transmitir la diferencia entre las posiciones indicadas por los sistemas de satélites y las posiciones fijas conocidas. Estas estaciones transmiten la diferencia entre los pseudorrangos de satélites reales medidos y pseudorrangos (calculado internamente), y las estaciones receptoras pueden corregir sus pseudodistancias en la misma cantidad. La señal de corrección digital se suele transmitir a nivel local a través de transmisores instalados en tierra de menor rango.

El término puede referirse tanto a la técnica generalizada así como implementaciones específicas que lo utilizan. Por ejemplo, la United States Coast Guard (USCG) cada funcionar este sistema en los EEUU y Canadá en las frecuencias de radio de onda larga entre 285 Khz y 325 khz cerca de cursos de aguas principales y puertos.

Historia

Cuando el GPS fue el primero de su puesta en servicio, los militares de EE.UU. estaban preocupados por la posibilidad de que las fuerzas enemigas utilizando las señales GPS disponibles globalmente para guiar sus propios sistemas de armas. Originalmente, el gobierno pensó que la "adquisición aproximada" (C / A) señal sólo daría acerca de la exactitud de 100 metros, pero con diseños de receptores mejorados, la precisión real fue de 20 a 30 metros. A partir de marzo de 1990, para evitar proporcionar precisión inesperada, el C / A de señal transmitida en la

frecuencia L1 (1575.42 MHz) fue deliberadamente degradado mediante compensación de su señal de reloj por una cantidad aleatoria, lo que equivale a unos 100 metros de distancia. Esta técnica, conocida como "disponibilidad selectiva", SA o, para abreviar, degradado seriamente la utilidad de la señal GPS para los usuarios no militares. Orientación más precisa fue posible para los usuarios de receptores GPS de doble frecuencia, que también recibieron la frecuencia L2 (1227.6 MHz), pero la transmisión L2, destinado a uso militar, fue cifrada y sólo estaba disponible para los usuarios autorizados con las claves de cifrado.

Esto presenta un problema para los usuarios civiles que dependían de sistemas terrestres de radio navegación como LORAN, VOR y NDB sistemas que cuestan millones de dólares cada año para mantener. El advenimiento de un sistema global de navegación por satélite (GNSS) podría proporcionar una precisión muy mejorada y el rendimiento a una fracción del costo. La precisión inherente a la S / D de la señal era sin embargo demasiado pobres para hacer esto realista. Los militares recibieron múltiples solicitudes de la Administración Federal de Aviación (FAA), United States Coast Guard (USCG) y United States Department of Transportation (DOT) para fijar S / A en un lado para permitir el uso civil del GNSS, pero se mantuvo firme en su oposición motivos de seguridad.

A través de la década de 1980 a mediados, un número de agencias ha desarrollado una solución para la SA "problema" (dudoso – discuta). Dado que la señal SA pasó lentamente, el efecto de su desplazamiento en el posicionamiento fue relativamente fijos - es decir, si la compensación era "100 metros hacia el este", que contrarrestó sería verdad sobre un área relativamente amplia. Esto sugirió que la difusión de este desplazamiento a locales receptores GPS podría eliminar los efectos del SA, resultando en mediciones más cerca de rendimiento teórico GPS, alrededor de 15 metros. Además, otra fuente importante de errores en una posición de GPS debido a retrasos de transmisión en la ionósfera, que también podrían ser medidos y corregidos para la emisión. Esto ofreció una

mejora en la precisión de aproximadamente 5 metros, más que suficiente para las necesidades de la mayoría civiles.

Guardia Costera de los EE.UU. fue uno de los defensores más agresivos del sistema DGPS, experimentando con el sistema sobre una base cada vez más amplia a través de finales de 1980 y principios de 1990. Estas señales se transmiten en frecuencias de onda larga marinas, que podría ser recibido en radioteléfonos existentes y se introduce en el equipo adecuado receptores GPS. Casi todos los principales proveedores de GPS ofrecen unidades con entradas de DGPS, no sólo para las señales de USCG, sino también unidades de aviación a ambos vhf o de am de bandas de radio.

Se empezó a enviar "calidad de producción" señales DGPS en forma limitada en 1996, y rápidamente se expandió la red para cubrir la mayoría de los puertos estadounidenses de la llamada, así como el Saint Lawrence Seaway en colaboración con la Guardia Costera Canadiense. Los planes se pusieron en marcha para ampliar el sistema a través de los EE.UU., pero esto no sería fácil. La calidad de las correcciones DGPS, generalmente cae con la distancia, y los mayores transmisores capaces de cubrir grandes áreas tienden a agruparse cerca de las ciudades. Esto significaba que los de menor población, especialmente en las áreas del medio oeste y Alaska, tendría escasa repercusión en todos terrestres GPS. A partir de enero de 2012, el USCG nacional de sistema DGPS total de 86 sitios de difusión que dan cobertura a casi el doble de toda la costa de EE.UU. y las vías navegables interiores navegables, incluyendo Alaska, Hawai y Puerto Rico. Además, el sistema proporciona una cobertura de uno o dos a la mayoría de la parte interior de los Estados Unidos. En cambio, la FAA (y otros) comenzaron los estudios para transmitir las señales a través de todo el hemisferio de los satélites de comunicaciones en órbita geostacionaria. Esto ha llevado a la Sistema de Aumento de Área Amplia (WAAS) y sistemas similares, aunque éstos no se refieren generalmente como DGPS, o alternativamente, "DGPS de área amplia". WAAS ofrece una precisión similar a las redes terrestres de la USCG

DGPS, y ha habido una cierta discusión que éste se apagará como WAAS esté en pleno funcionamiento.

A mediados de la década de 1990 estaba claro que el sistema de SA ya no era útil en su función prevista. DGPS lo tornaría ineficaz sobre los EE.UU., precisamente donde se consideró más necesario. Además, la experiencia durante la Guerra del Golfo demostró que el uso generalizado de receptores civiles por las fuerzas de Estados Unidos significaba que dejar encendido SA fue pensado para dañar a los EE.UU. más que si estuviera apagada. Después de muchos años de presión, tomó una orden ejecutiva del presidente Bill Clinton para conseguir SA apagado definitivamente en 2000.

Sin embargo, por este DGPS punto se había convertido en un sistema para proporcionar más precisión que incluso un no-SA señal GPS podría ofrecer individualmente. Hay varias otras fuentes de error que comparten las mismas características de SA en que son las mismas en grandes áreas y por "razonables" cantidades de tiempo. Estos incluyen los efectos ionosféricos se mencionó anteriormente, así como los errores en los datos de efemérides de satélite de posición y deriva del reloj de los satélites. Dependiendo de la cantidad de datos que se envían en la señal de corrección DGPS, la corrección de estos efectos puede reducir el error de manera significativa, las mejores implementaciones que ofrecen una precisión de menos de 10cm.

Además de las implementaciones continuos de la USCG y sistemas de la FAA patrocinados, un número de vendedores han creado servicios DGPS comerciales, la venta de su señal (o receptores de la misma) para los usuarios que requieren una mayor precisión que las nominales 15 metros GPS ofrece. Casi todas las unidades comerciales de GPS, incluso unidades portátiles, ahora ofrecen entradas de datos DGPS, y muchos también apoyan directamente WAAS. Hasta cierto punto, una forma de DGPS ahora es una parte natural de la mayoría de las operaciones de GPS.

Operación

Una estación de referencia calcula correcciones diferenciales para su propia ubicación y la hora. Los usuarios pueden ser de hasta 200 millas náuticas (370 km) de la estación, sin embargo, y algunos de los errores indemnizarse varía con el espacio: en concreto, errores de efemérides de satélite y las distorsiones introducidas por la ionosfera y la tropósfera. Por esta razón, la precisión del DGPS disminuye con la distancia desde la estación de referencia. El problema puede agravarse si el usuario y la falta de tren "visibilidad inter"-cuando no son capaces de ver los mismos satélites.

Precisión

Los Estados Unidos Plan de Radionavegación Federal y de la Recomendación de la IALA sobre el rendimiento y la vigilancia de los servicios DGNSS en la banda 283,5-325 kHz citar el Departamento de Estados Unidos de 1993 Transporte de crecimiento de error estimado de 0,67 m por cada 100 km desde el centro de emisión, pero mediciones de precisión a través del Atlántico, en Portugal, sugiere Una degradación de tan sólo 0.22m por cada 100km.

Variaciones

DGPS puede referirse a cualquier tipo de sistema de aumentación basado en tierra (GBAS). Hay muchos sistemas operativos en uso en todo el mundo, según la Guardia Costera de los EE.UU., 47 países cuentan con sistemas similares al NDGPS EE.UU. (Sistema de Posicionamiento Global Diferencial Nationwide). Una lista se puede encontrar en la Base de Datos Mundial DGPS para DXers.

Europa DGPS

La red europea de DGPS ha sido desarrollada principalmente por las administraciones marítimas de Finlandia y de Suecia con el fin de mejorar la seguridad en el archipiélago entre los dos países.

En el Reino Unido e Irlanda, el sistema fue implementado como una ayuda a la navegación marítima a llenar el vacío dejado por la desaparición del sistema Decca Navigator en 2000. Con una red de 12 emisoras situadas en torno a la línea de costa y tres puestos de control, que fue creado en 1998 por las autoridades de los países respectivos generales Faros (GLA) - Trinity House cubierta de Inglaterra, Gales y las Islas del Canal, el Northern Lighthouse Junta cubierta de Escocia y la Isla de Many los Commissioners of Irish Lights, cubriendo la totalidad de Irlanda. La transmisión en la banda 300 kHz, el sistema se sometió a pruebas y dos transmisores adicionales se añadieron antes de que el sistema fue declarado operacional en 2002.

Estados Unidos NDGPS

El Departamento de Transporte, en conjunto con la Administración Federal de Carreteras, la Administración Federal de Ferrocarriles y el levantamiento geodésico nacional designó a la Guardia Costera como la agencia para el mantenimiento de los EE.UU. Nacional DGPS red (NDGPS). El sistema es una ampliación del anterior Marítima Differential GPS (MDGPS), que la Guardia Costera comenzó a finales de 1980 y se terminó en marzo de 1999. MDGPS sólo cubre las aguas costeras, los Grandes Lagos y de la navegación del río Mississippi hacia el interior, mientras que NDGPS se expande para incluir la cobertura completa del territorio continental de Estados Unidos. El comando centralizado y la unidad de control es la USCG Navigation Center, con sede en Alexandria, VA. En este momento hay 86 sitios NDGPS en la red de EE.UU., y hay planes para un máximo de 128 sitios en total para estar en línea en los próximos 15 años.

EN RELACION AL GPS nüvi 40

El GPS nüvi 40, del cual presentaremos sus especificaciones y posteriormente una de varias aplicaciones en nuestro medio; la cual consiste en tomar coordenadas y seguidamente ubicarlas para después interactuar con Google Earth y de esta manera hacer el montaje de la parcela ubicada con el GPS.

Esta aplicación la utilizan los ingenieros civiles y arquitectos en los planos de remediación, partición, título supletorio, reuniones de inmuebles, etc. e incluso la utiliza el Centro Nacional de Registro para poderle dar garantía jurídica a los usuarios del mismo entre otros objetivos de la institución antes mencionada.



Figura 3.55 GPS nüvi 40

- Listo para usar directamente con mapas pre instalados.
- Visualiza rutas en la pantalla táctil de 4.3" (10.92cm).
- Busca las direcciones de más de 6 millones de sitios de interés.
- Escucha la pronunciación de los nombres de calles.
- Conoce por qué carril circular antes de que sea demasiado tarde con la función de indicación de carriles con visualización de cruces.
- Evita problemas con el indicador de límite de velocidad integrado.

- **Descripción General**

Parte para tu destino y deja la navegación a la unidad nüvi 40. El dispositivo dispone de una pantalla táctil de 4.3" (10.92cm) y proporciona indicaciones giro a giro precisas que anuncian los nombres de las calles.

Obteniendo indicaciones giro a giro

La intuitiva interfaz de la unidad nüvi 40 te saluda con dos opciones muy simples: "Destino" y "Ver mapa". Toca la pantalla para buscar direcciones y servicios fácilmente, y para que el sistema te guíe hasta tu destino con indicaciones giro a giro por voz que anuncian los nombres de las calles. Incorpora mapas pre instalados del país o región que elijas. El indicador de límite de velocidad de la unidad nüvi 40 te muestra la velocidad máxima a la que puedes ir en la mayoría de las carreteras principales. Con el localizador de emergencia "¿Dónde estoy?" siempre conocerás tu ubicación. También tiene pre instalados millones de puntos de interés y ofrece la posibilidad de añadir los tuyos propios.



Figura 3.56 Pantalla de inicio del GPS nüvi 40

ESPECIFICACIONES

Características Físicas y Rendimiento

Dimensiones de la unidad (Ancho, Alto, Profundidad):	4.9'' ancho x 3.1'' alto x 0.7'' profundo (12.4x7.9x1.8cm)
Tamaño de la pantalla (Ancho, Alto):	3.8'' ancho x 2.3'' alto (9.7 x 5.8cm); en diagonal (10.9cm)
Resolución de Pantalla (Ancho, Alto):	480 x 272 píxeles
Tipo de Pantalla:	TFT WQVGA en color con retroiluminación blanca
Peso:	5.2 onzas (148.0g)
Batería:	ión-litio recargable
Duración de la batería:	hasta 2 horas
Salida de Audio:	No
Receptor de alta sensibilidad:	Sí
Resistente al agua:	No

Cartografía y Memoria

Mapas Instalados	Sí
Includes lifetime map updates	No
Mapa de garantía nuMaps:	Sí
Vista del terreno en 3D:	No
Edificios en 3D:	No
Memoria interna:	estado sólido interno
Admite tarjeta de datos:	Tarjeta microSD (no incluida)
Waypoints:	No
Rutas	Sí

Prestaciones

Conducción sin estrés, ahorra tiempo y dinero	
Indicaciones por voz (por ejemplo, "Gire a la derecha a 500 metros")	Sí (altavoz interno)
Pronuncia los nombres de las calles (por ejemplo, "Gire en calle 7 ote")	Sí (altavoz interno)
Reconocimiento de voz (navegación a través de comandos de voz)	No
Compatible con servicios de tráfico:	No
Actualización del tráfico de por vida	No
Indicaciones de carriles:	Sí
trafficTrends™ (calculates routes based on predicted traffic flow):	Sí
ecoRoute™ (Calcula la ruta más económica):	No
Ordenación automática de varios destinos (proporciona la ruta más directa):	No
Especificación de zonas a evitar (autopistas, peajes, etc.):	No
Garmin nūLink! services: (receive accurate real-time travel information):	No
Compatible con XM Navtraffic (incluye información meteorológica básica) y radio para E.S.:	No

Navega de forma sencilla y segura

Manos libres a través de tecnología inalámbrica Bluetooth	No
Indicador de límite de velocidad	Sí
Función, "¿Dónde estoy?"	Sí
Función "Encuentra mi coche"	No
Navegación peatonal mejorada	No
Navegación hacia fotos:	Sí
Servicio de salida	No
Puntos de interés personalizables	Sí
Reloj mundial, conversor de moneda y medidas, calculadora	No
Reloj Alarma:	No
Garmin Lock; (función antirobo):	No

Iniciar la Navegación en el GPS

Para comenzar la navegación, lo encendemos presionando la tecla en la parte superior izquierda como se muestra en la siguiente imagen:

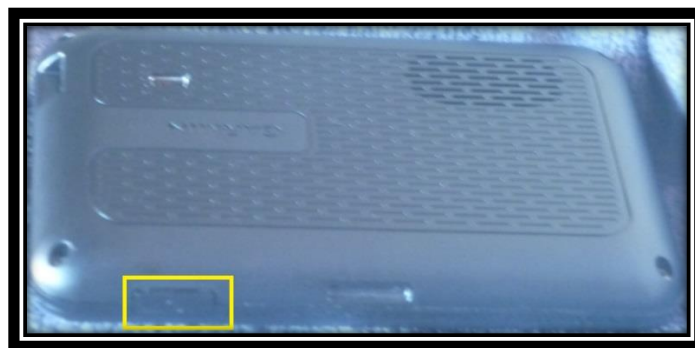


Figura 3.57 Botón para encender el GPS

La información que nos presentará es que el software está cargando como lo muestra la siguiente imagen:



Figura 3.58 Software cargando

Posteriormente nos mandará un mensaje de AVISO como se muestra en la siguiente imagen:

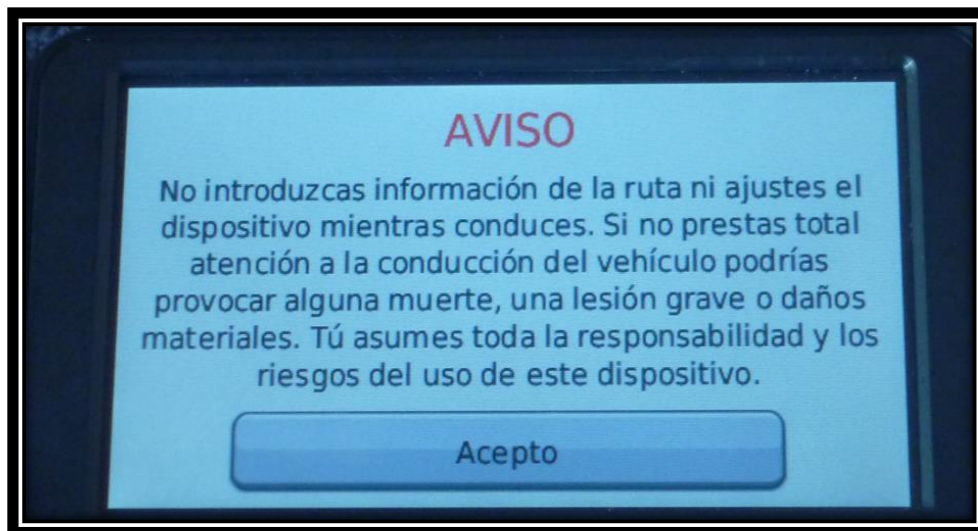


Figura 3.59 Pantalla de aviso del GPS

Una vez cargado el software no muestra la siguiente pantalla que se muestra:



Figura 3.60 Pantalla de inicio del GPS

Pulsamos en “**Destino**” y nos aparecerá la siguiente información que se muestra:



Figura 3.61 Destino

Pulsamos sobre la flecha que se encuentra en la parte inferior derecha como se muestra en la imagen para irnos al final del menú principal:



Figura 3.62 Flecha para desplazarse hacia abajo

Una vez estando en el final del menú pulsamos “**Coordenadas**”



Figura 3.63 Menú Coordenadas

Cuando pulsamos sobre **“Coordenadas”** nos aparecerán las coordenadas del sitio donde estemos ubicado en determinado momento como se muestra en la siguiente imagen:

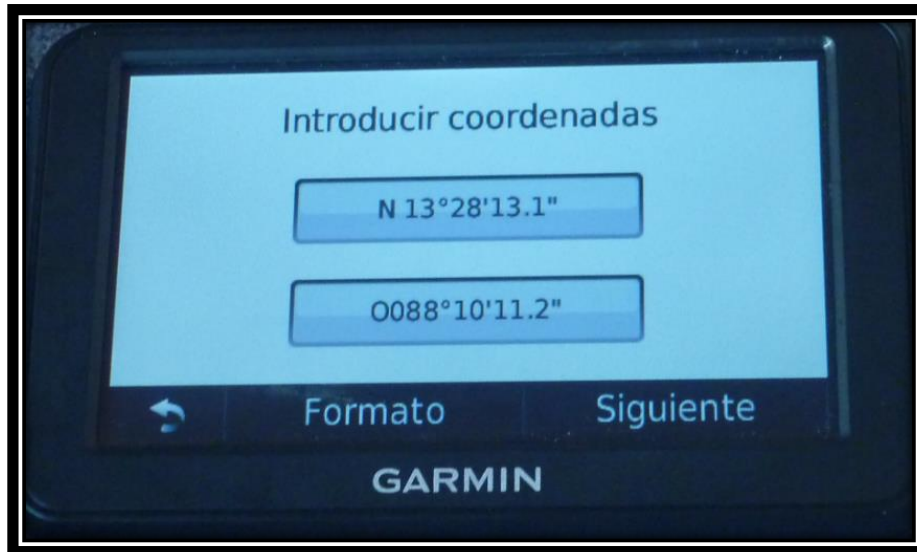


Figura 3.64 Introducción de Coordenadas

Si deseamos modificar el formato de coordenadas pulsamos sobre **“Formato”**

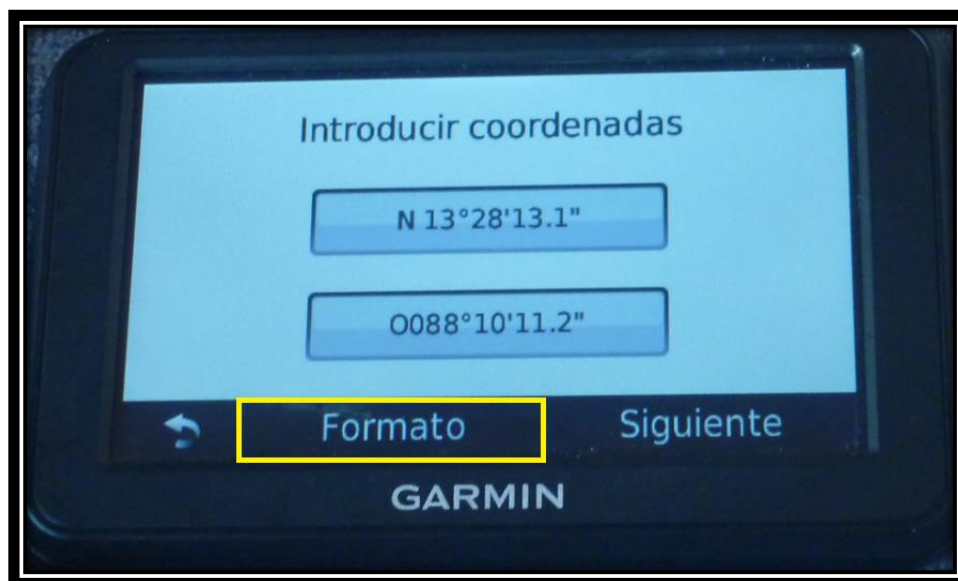


Figura 3.65 Opción de Formato del GPS

Cuando seleccionamos **“Formato”** nos mostrará la siguiente información que es los diferentes formatos de coordenadas que podemos elegir, seleccionamos el formato de coordenadas y damos Aceptar:

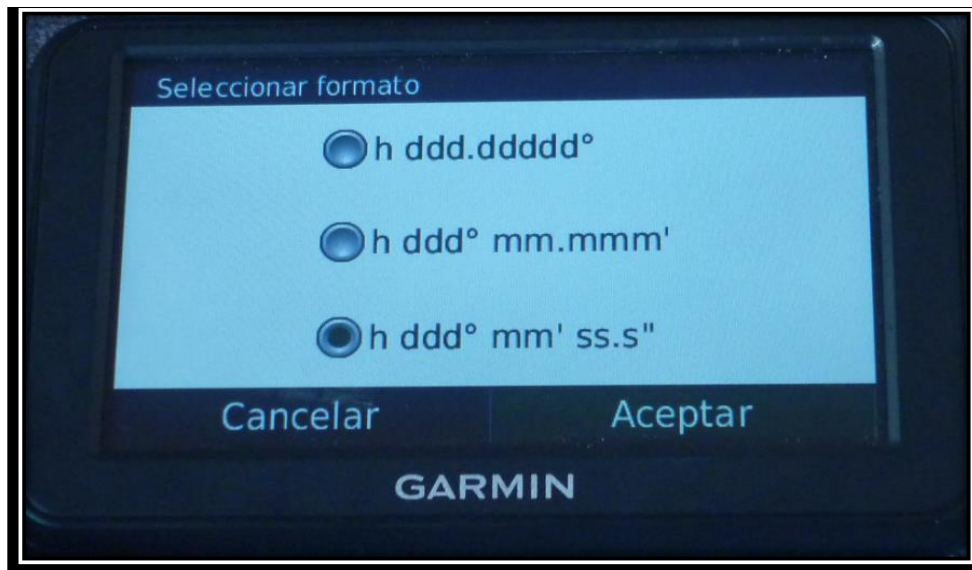


Figura 3.66 Formato de coordenadas que se puede guardar

Cuando damos Aceptar entonces nos aparecerán las coordenadas en el formato que hemos elegido en nuestro caso nos aparece en grados, minutos y segundos ya que es ese el formato que hemos seleccionado como se muestra en la imagen siguiente:

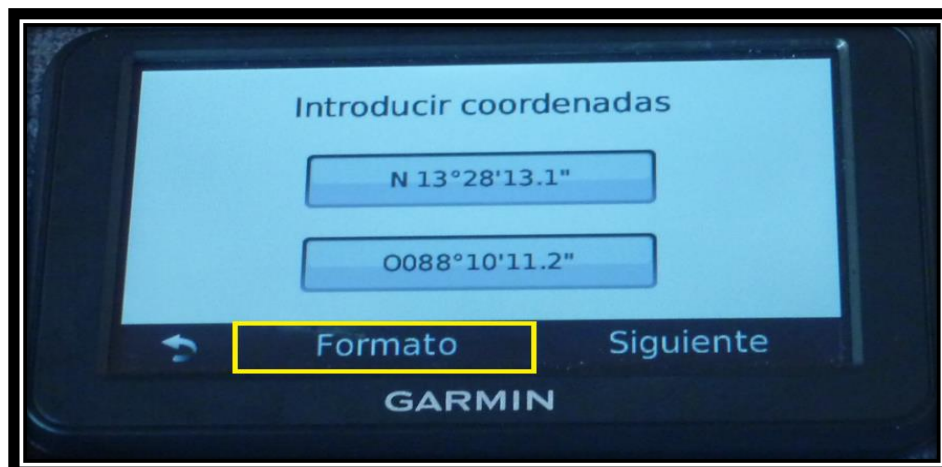


Figura 3.67 Muestra de coordenadas seleccionado

En la imagen anterior tenemos que seleccionar “**Siguiente**” y nos mostrará el mapa y las coordenadas donde nos encontramos como se muestra a continuación:

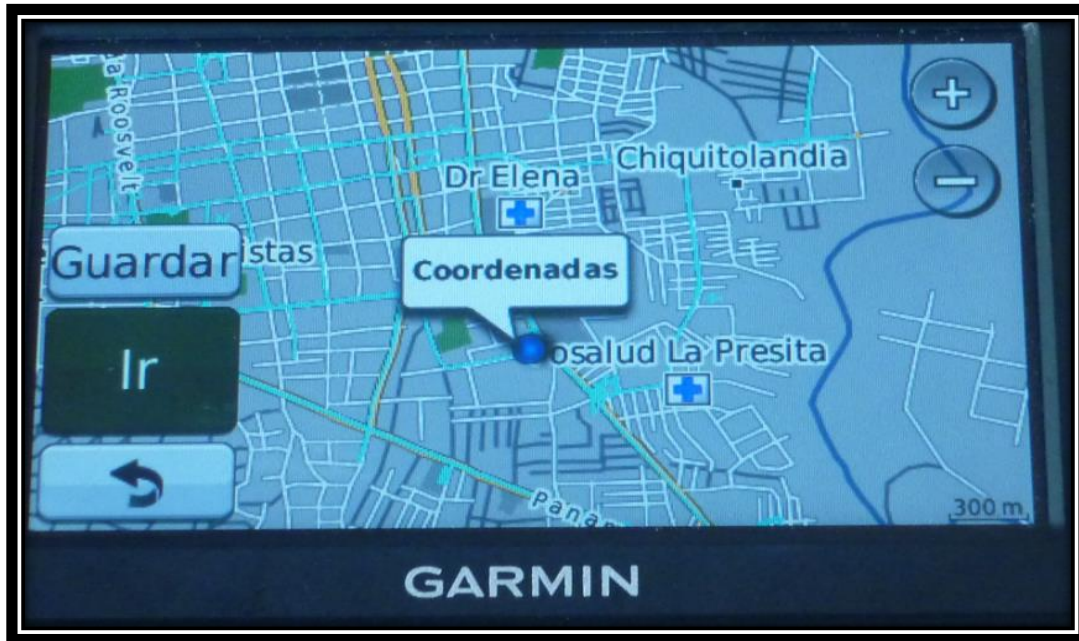


Figura 3.68 Ubicación de coordenadas en donde se encuentra el GPS

Para acercarnos seleccionamos el signo “+” que se encuentra en la parte superior derecha de la pantalla:



Figura 3.69 Botón de ZOOM

Cuando ya hemos visualizado gráficamente donde nos encontramos seleccionamos **“GUARDAR”**:



Figura 3.70 Opción para guardar las coordenadas

Al seleccionar **“GUARDAR”** nos mostrará la siguiente imagen:



Figura 3.71 Teclado para asignarle un nombre a las coordenadas

Le colocamos un nombre y seleccionamos **“Hecho”**

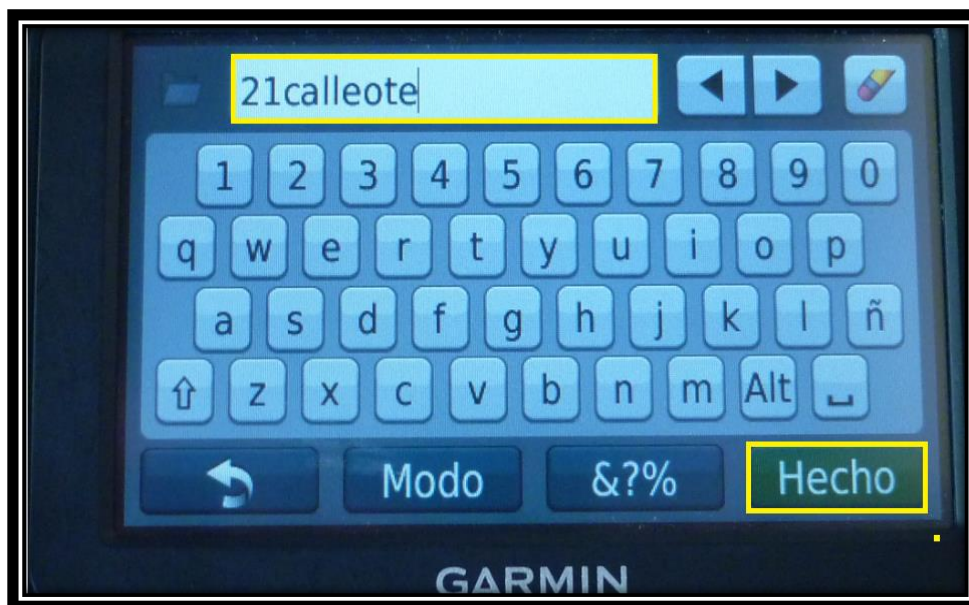


Figura 3.72 Asignándole nombre a las coordenadas

Al seleccionar **“Hecho”** nos mostrará la siguiente información que se muestra en la imagen en la cual nos indica que las coordenadas están siendo guardadas en **“Favoritos”**

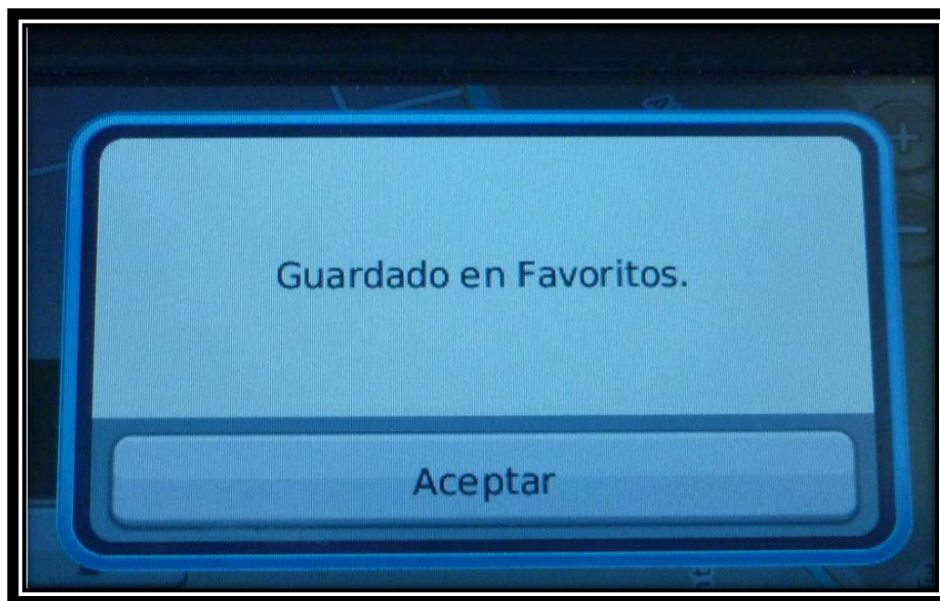


Figura 3.73 Guardado en Favoritos de las coordenadas

Si deseamos ver si las coordenadas han quedado guardadas seleccionamos la flecha que se encuentra en la parte inferior izquierda que es para regresarnos hasta donde necesitamos estar en nuestro caso hasta el menú principal y buscamos **“Favoritos”**:



Figura 3.74 Opción Favoritos

Seleccionamos **“Favoritos”** y nos aparecerá la siguiente información que se muestra en la imagen:

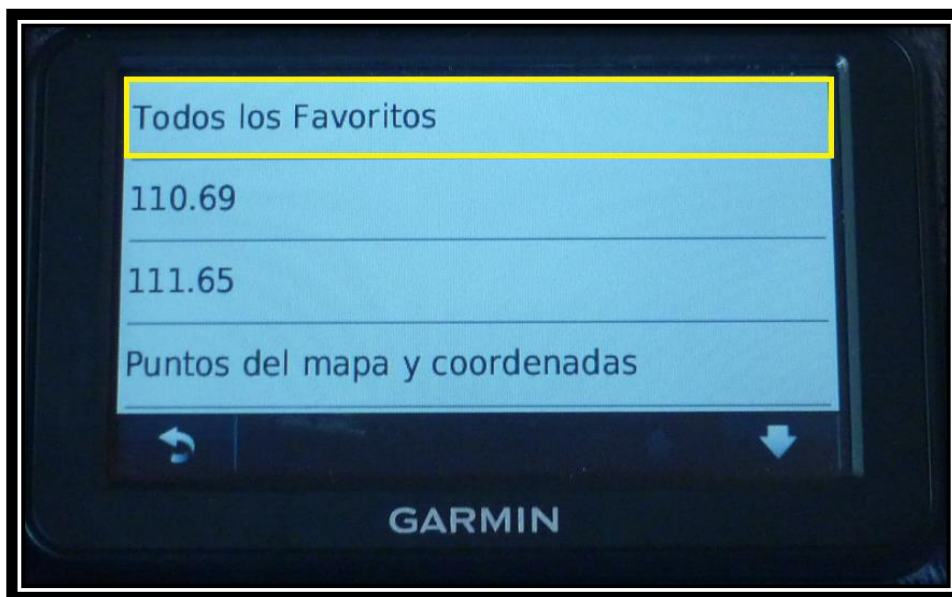


Figura 3.75 Opción Todos los Favoritos

Seleccionamos **“Todos los favoritos”**, y entonces buscamos las coordenadas que hemos guardado:



Figura 3.76 Coordenadas Ubicadas

Una vez guardadas las coordenadas abrimos el programa **“Google Earth”**



Figura 3.77 Google Earth

Al iniciar el programa nos mostrará la siguiente pantalla en donde daremos clic izquierdo sobre **“Cerrar”** que se encuentra en la parte inferior derecha:



Figura 3.78 Cerrando para iniciar Google Earth

Al dar clic izquierdo en **“Cerrar”** nos mostrará la siguiente pantalla:

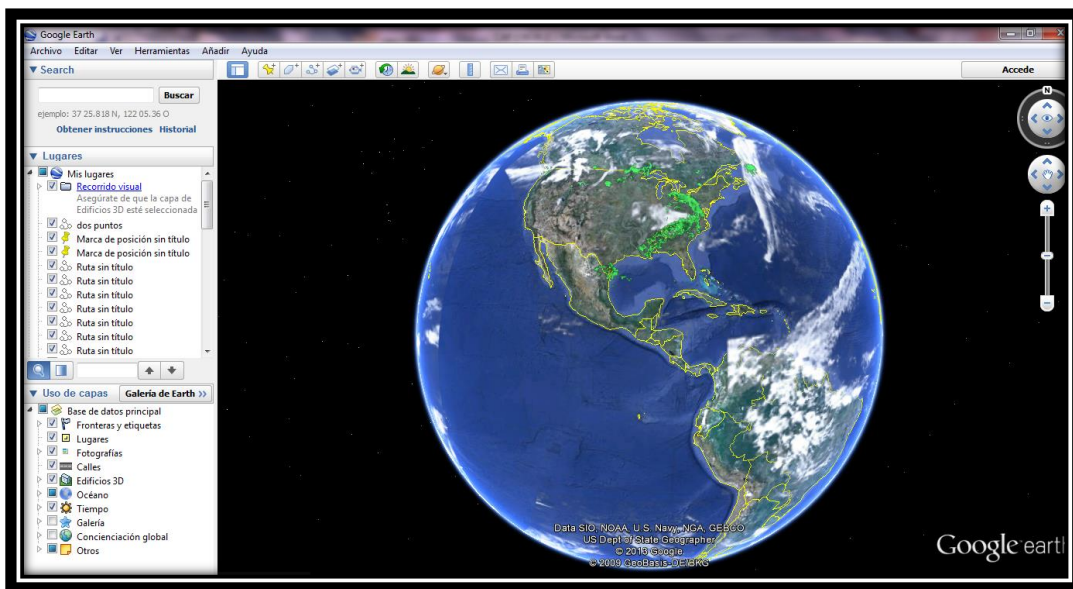


Figura 3.79 Pantalla a iniciar el programa Google Earth

Luego hacemos clic en el ícono que se llama **“Agregar marca de posición”** como se muestra en la siguiente imagen:



Figura 3.80 Pantalla de Inicio de Google Earth

Al hacer clic en **“Agregar marca de posición”** nos aparecerá la siguiente caja de diálogo en la cual le colocaremos un nombre a nuestra marca de posición y digitaremos las coordenadas de interés:

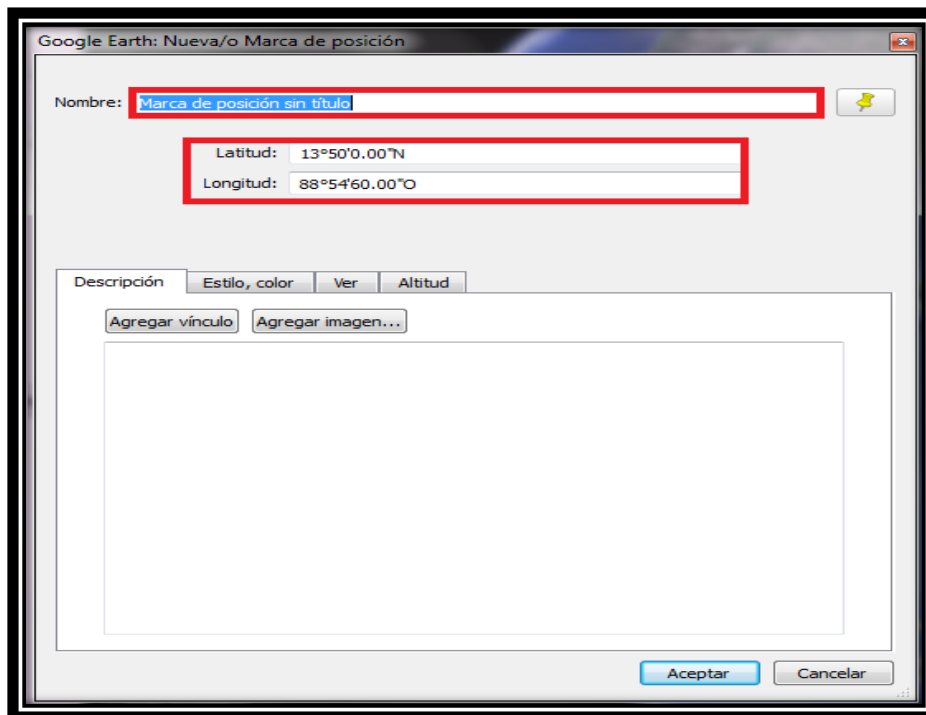


Figura 3.81 Colocación de coordenadas en Google Earth

Colocaremos el nombre de UES FMO y digitaremos las coordenadas que tenemos guardadas en el GPS posteriormente damos Aceptar:

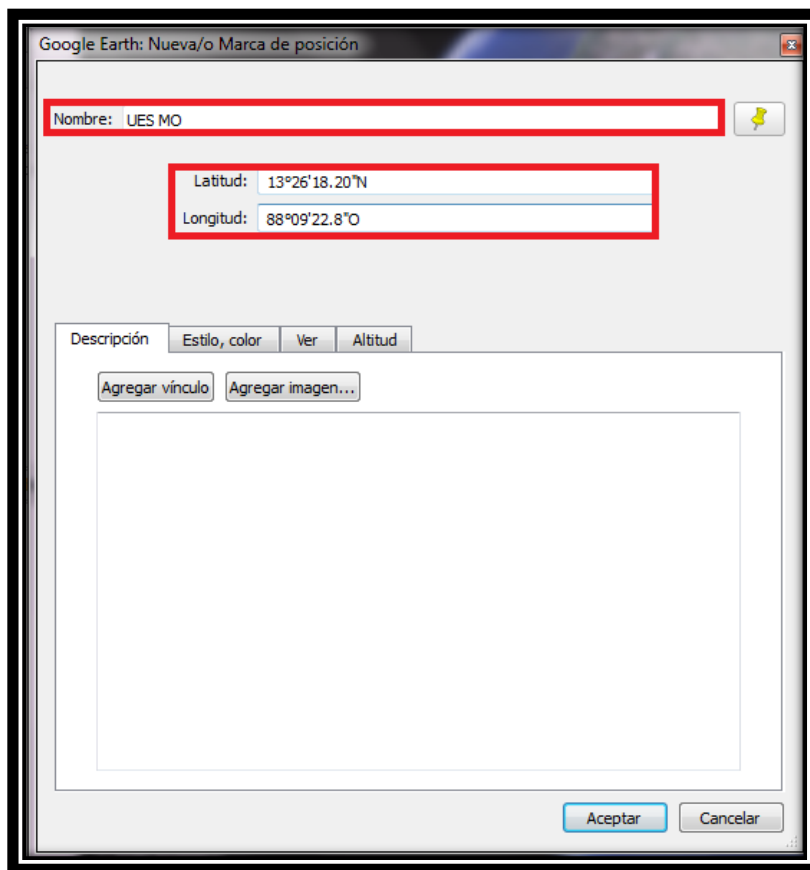


Figura 3.82 Colocación de UES FMO

Al dar clic en Aceptar nos mostrará la marca de posición de la siguiente manera:

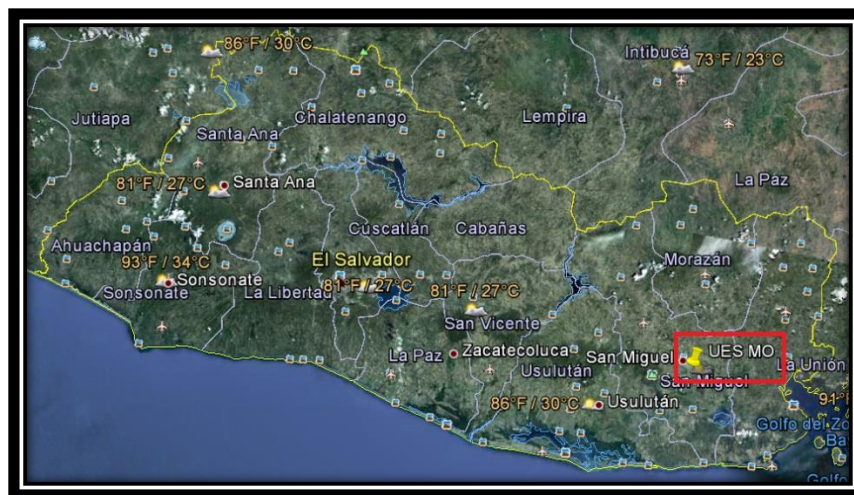


Figura 3.83 Localización de las coordenadas

Podemos ver la marca de posición nos acercamos lo más que podamos con el zoom ubicado en la parte superior derecha como se muestra en la imagen y visualizamos La Universidad de El Salvador FMO:



Figura 3.84 Edificios dentro de la Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria Oriental

La aplicación anterior es de mucha importancia para todas aquellas personas que se dedican al rubro de la Topografía especialmente en los actos jurídicos de Segregaciones, Remediciones, Particiones, Títulos Municipales, Títulos Supletorios; ya que se tiene que tomar las coordenadas en el lugar y posteriormente solicitar la ubicación Catastral al CNR que también utiliza la aplicación anterior.

**CAPITULO IV:
“DISEÑO DE
ELEMENTOS DE
CARRETERAS
USANDO
AUTOCAD CIVIL
3D 2012”**

4.1 CURVAS DE NIVEL

Son las líneas que resultan de la intersección de un plano horizontal y el terreno; se puede decir que una curva de nivel es el lugar geométrico de los puntos de igual cota o elevación.

Si tomamos planos horizontales equidistantes que corten al terreno y si proyectamos esa intersección sobre un plano, tendremos la representación del relieve del terreno.

Sus características principales son:

- a) La distancia horizontal entre dos curvas es inversamente proporcional a la pendiente del terreno. Por eso cuando más inclinado sea el terreno, más se acercarán las curvas de nivel, y si la pendiente es uniforme, las curvas estarán equidistantes.

La pendiente puede calcularse exactamente si se conoce la equidistancia de los planos secantes y la distancia de una curva a otra. Estas medidas son los catetos de un triángulo rectángulo, cuya hipotenusa está formada por una línea inclinada del terreno comprendido entre las dos secciones.

Si llamamos:

$$e = \text{equidistancia}$$

$A =$ la separación de las curvas de nivel se tendrá que:

$$P = \frac{e}{A}$$

- b) Las curvas de nivel definen la morfología del terreno, es decir, por medio de las curvas de nivel se pueden conocer las condiciones del terreno.
- c) Todas las curvas de nivel tienen la misma elevación en cualquiera de sus puntos.
- d) Todas las curvas de nivel cierran
- e) Las cimas de los cerros se indican por curvas cerradas.

- f) Las depresiones, hoyos o simas también se representan por curvas cerradas.
- g) Las curvas de nivel nunca se cortan, solo en el caso de una escarpadura en voladizo o de un socavón.
- h) Las curvas de nivel de una superficie plana son rectas paralelas.
- i) Las laderas con pendiente uniforme se representan con curvas de nivel equidistantes.
- j) Las vaguadas abren las curvas hacia el sentido del escurrimiento.
- k) Las divisorias o parteaguas cierran las curvas hacia adentro.
- l) Las curvas de nivel no se bifurcan.
- m) En los cortes verticales las curvas de nivel se confunden, pero no se pierden.

Con un poco de experiencia y práctica, al observar un plano configurado de curvas de nivel, se puede conocer e imaginar el terreno como si se estuviera en el lugar.

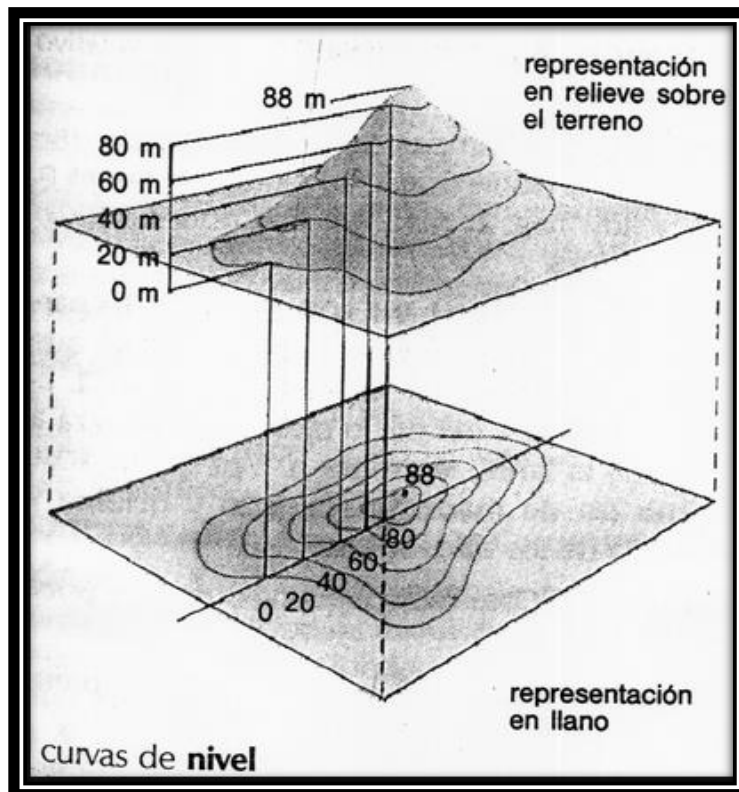


Figura 4.1 curvas de nivel

4.2 ALINEAMIENTO HORIZONTAL

Alineamiento horizontal es la proyección del eje de la subcorona del camino sobre un plano horizontal. El alineamiento horizontal deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad directriz en la mayor longitud de carretera que sea posible. En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad directriz. Esta última, a su vez, controla la distancia de visibilidad.

El trazado en planta de un tramo se compondrá de la adecuada combinación de los siguientes elementos: **tangentes, curva circular y curva de transición.**

Generalmente el alineamiento horizontal de las calles arteriales no es el factor fundamental para restringir las velocidades. Las mejoras propuestas generalmente están adecuadas al patrón de calles existentes y comúnmente, los cambios menores al alineamiento horizontal se hacen en las intersecciones.

Las principales consideraciones que controlan el diseño del alineamiento horizontal son:

- a) Categoría de la carretera**
- b) Topografía del área**
- c) Velocidad de Proyecto**
- d) Distancias de visibilidad**
- e) Coordinación con el perfil**
- f) Costos de construcción, operación y mantenimiento**

Todos estos elementos deben conjugarse de tal manera que el diseño resultante sea el más seguro y económico, en armonía con el contorno natural y al mismo tiempo adecuado a su categoría, según la Clasificación Funcional para diseño.

4.3 ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

Los elementos que integran el alineamiento horizontal son **las tangentes, las curvas circulares y las curvas de transición.**

4.3.1 *Tangentes*

Las tangentes son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se le representa como **PI**, y el ángulo de deflexión formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se le representa por Δ . Como las tangentes van unidas entre sí por curvas, la longitud de una tangente es la distancia comprendida entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente. A cualquier punto preciso del alineamiento horizontal localizado en el terreno sobre una tangente, se le denomina **punto sobre tangente** y se le representa por **PST**.

La longitud mínima de una tangente está condicionada por la seguridad. Las tangentes son causa potencial de accidentes, debido a la somnolencia que produce al conductor mantener concentrada su atención en puntos fijos del camino durante mucho tiempo, o bien, porque favorecen los deslumbramientos durante la noche; por tal razón, conviene limitar la longitud de las tangentes, proyectando en su lugar alineamientos ondulados con curvas de gran radio.

La longitud mínima de tangente entre dos curvas consecutivas está definida por la longitud necesaria para dar la sobre elevación y ampliación a esas curvas.

4.3.2 *Curvas Circulares*

Las curvas circulares son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas; las curvas circulares pueden ser **simples** o **compuestas**, según se trate de un solo arco de círculo o de dos o más sucesivos, de diferente radio.

- a) **Curvas circulares simples.** Cuando dos tangentes están unidas entre sí por una sola curva circular, ésta se denomina curva simple. En el sentido del cadenamiento, las curvas simples pueden ser hacia la izquierda o hacia la

derecha. Las curvas circulares simples tienen como elementos característicos los mostrados en la Figura 4.1, y se calculan como sigue:

1. **Grado de curvatura.** Es el ángulo subtendido por un arco de 20.00m. Se representa con la letra G_c :

$$\frac{G_c}{20} = \frac{360^\circ}{2\pi R_c} \therefore G_c = \frac{1145.92}{R_c} \quad (1)$$

El grado máximo de curvatura que puede tener una curva, es el que permite a un vehículo recorrer con seguridad la curva con la sobreelevación máxima a la velocidad de proyecto.

2. **Radio de la curva.** Es el radio de la curva circular. Se simboliza como R_c . De la expresión (1) se tiene:

$$R_c = \frac{1145.92}{G_c} \quad (2)$$

3. **Ángulo central.** Es el ángulo subtendido por la curva circular. Se simboliza Δ_c . En curvas circulares simples es igual a la deflexión.
4. **Longitud de curva.** Es la longitud del arco entre el PC y el PT . Se le representa L_c .

$$\frac{L_c}{2\pi R_c} = \frac{\Delta_c}{360^\circ} \therefore L_c = \frac{\pi \Delta_c}{180^\circ} R_c$$

Considerando la expresión (2):

$$L_c = 20 \frac{\Delta_c}{G_c} \quad (3)$$

5. **Subtangente.** Es la distancia entre el PI y la curva. Se representa por E . En el triángulo rectángulo $PI-O-PT$, se tiene:

$$ST = R_c \tan \frac{\Delta_c}{2} \quad (4)$$

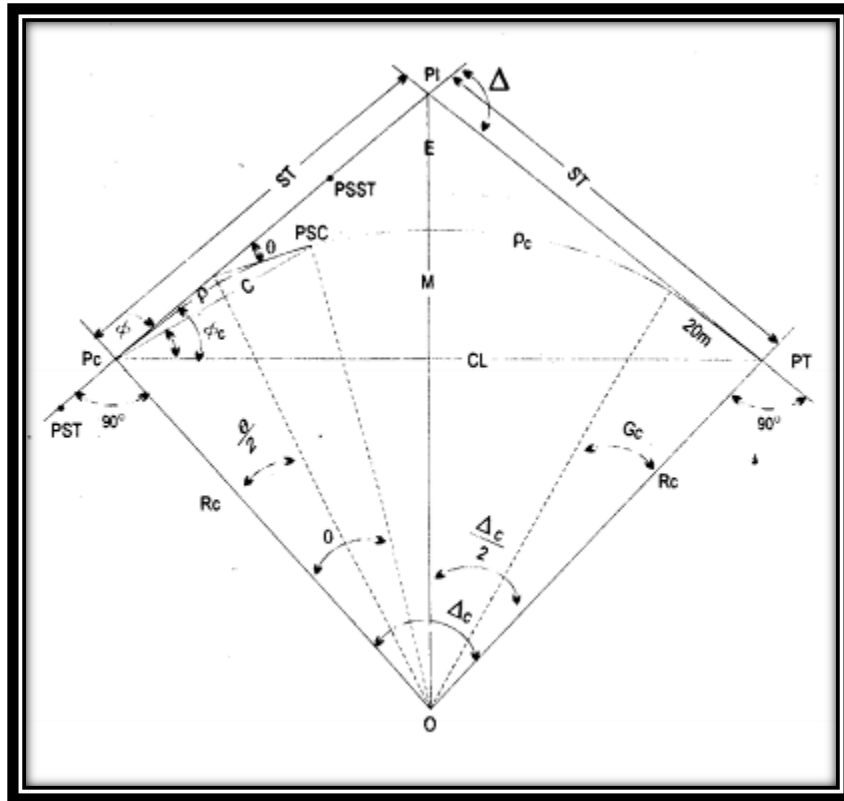


Figura 4.2 Elemento de la curva circular simple

- PI** Punto de intersección de la prolongación de las tangentes
- PC** Punto en donde comienza la curva circular simple
- PT** Punto en donde termina la curva circular simple
- PST** Punto sobre la tangente
- PSST** Punto sobre la subtangente
- PSC** Punto sobre la curva circular
- O** Centro de la curva circular
- Δ** Ángulo de deflexión de las tangentes
- Δ_c** Ángulo central de la curva circular
- θ** Ángulo de deflexión a un PSC
- ϕ** Ángulo de una cuerda cualquiera

ϕ_c	Ángulo de la cuerda larga
G_c	Grado de curvatura de la curva circular
R_c	Radio de la curva circular
ST	Subtangente
E	Externa
M	Ordenada media
C	Cuerda
CL	Cuerda larga
ρ	Longitud de un arco
ρ_c	Longitud de la curva circular

6. **Externa.** Es la distancia mínima entre el PI y la curva. Se representa por E . En el triángulo rectángulo $PI-O-PT$, se tiene:

$$E = R_c \sec \frac{\Delta_c}{2} - R_c = R_c \left[\sec \frac{\Delta_c}{2} \right] - 1 \quad (5)$$

7. **Ordenada media.** Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva. Se simboliza con la letra M . Del triángulo rectángulo $PI-O-PT$, se tiene:

$$M = R_c - R_c \cos \frac{\Delta_c}{2} = R_c \left[1 - \cos \frac{\Delta_c}{2} \right] \quad (6)$$

8. **Deflexión a un punto cualquiera de la curva.** Es el ángulo entre la prolongación de la tangente en PC y la tangente en el punto considerado. Se le representa como θ .

$$\frac{\theta}{1} = \frac{G_c}{20} \quad \therefore \quad \theta = \frac{G_c l}{20} \quad (7)$$

9. **Cuerda.** Es la recta comprendida entre dos puntos de la curva. Se le denomina C . Si esos puntos son el PC y el PT , a la cuerda resultante se le denomina cuerda larga. En el triángulo $PC-O-PSC$.

$$C = 2Rc \operatorname{sen} \frac{\theta}{2}$$

Para la cuerda larga:

$$CL = 2Rc \operatorname{sen} \frac{\Delta c}{2} \quad (8)$$

10. **Ángulo de la cuerda.** Es el ángulo comprendido entre la prolongación de la tangente y la cuerda considerada. Se representa como ϕ . En el triángulo $PC-O-PSC$.

$$\phi = \frac{\theta}{2}$$

Y teniendo en cuenta la expresión (7)

$$\phi = \frac{Gcl}{40} \quad (9)$$

Para la cuerda larga:

$$\phi_c = \frac{Gclc}{40}$$

Para fines de trazo se considera que la cuerda C tiene la misma longitud que el arco 1. Para minimizar el error cometido al hacer esta consideración, se toman cuerdas de 20m en curvas con $G \leq 8^\circ$; de 10m en curvas con $8^\circ < G \leq 22^\circ$, y de 5m para curvas con $22^\circ < G \leq 62^\circ$.

b) Curvas circulares compuestas

Son aquellas que están formadas por dos o más curvas circulares simples del mismo sentido y de diferente radio, o de diferente sentido y de cualquier radio, pero siempre con un punto de tangencia común entre dos consecutivas. Cuando

son del mismo sentido se llaman **compuestas directas** y cuando son de sentido contrario, **compuestas inversas**.

En caminos debe evitarse éste tipo de curvas, porque introducen cambios de curvatura peligrosos; sin embargo, en intersecciones pueden emplearse siempre y cuando la relación entre dos radios consecutivos no sobrepase la cantidad de 2.0 y se resuelva satisfactoriamente la transición de la sobreelevación.

4.3.3 Curvas de transición

Cuando un vehículo pasa de un tramo en tangente a otro en curva circular, requiere hacerlo en forma gradual, tanto por lo que se refiere al cambio de dirección como a la sobreelevación y a la ampliación necesarias. Para lograr este cambio gradual se usan las **curvas de transición**.

Se definirá como curva de transición a la que liga una tangente con una curva circular, teniendo como característica principal, que en su longitud se efectúa, de manera continua, el cambio en el valor del radio de curvatura, desde infinito para la tangente hasta el que corresponde para la curva circular.

Se llama curvatura de una curva en un punto A , al límite de las curvaturas medias de los arcos de dicha curva que tienen el mismo extremo A , cuando el segundo extremo tiende a A ; siendo la curvatura media de un arco el cociente del ángulo de contingencia del arco y de su longitud. Asimismo, se llama radio de curvatura de una curva en un punto al valor recíproco de la curvatura en dicho punto.

La aceleración centrífuga de un vehículo que se mueve a velocidad uniforme V , vale V^2/R ; para este caso, la aceleración varía de manera continua desde cero para la tangente hasta V^2/R_c , para la curva circular de radio R_c . La curva de transición debe proyectarse de manera que la variación de la curvatura y, por lo tanto, la variación de la aceleración centrífuga, sean constantes a lo largo de ella. Si la longitud de la curva de transición es le , la variación de la aceleración centrífuga por unidad de longitud vale: $V^2/R l$; en un punto cualquiera de la curva, situado a una distancia l del origen de la transición, la aceleración centrífuga

valdrá $V^2 l / R c l e$; por otra parte, si la curvatura en el punto considerado es l/R la aceleración centrífuga en ese mismo punto valdrá V^2/R , por lo cual

$$\frac{V^2 l}{R c l e} = \frac{V^2}{R}$$

Simplificando: $Rl = Rcle$

Pero: $Rcle = K^2$

Donde K es una magnitud constante, ya que Rc y l también lo son, entonces:

$$Rl = K^2 \quad (10)$$

La expresión anterior es la ecuación de la curva conocida como clotoide o Espiral de Euler, que cumple con la condición de que el producto del radio y la longitud a un punto cualquiera es constante. Tiene la propiedad de que cuando aumenta o reduce su parámetro K , todas las medidas lineales cambian en la misma proporción, permaneciendo los elementos que determinan su forma sin cambio alguno; lo que significa que todos los clotoides tienen la misma forma, pero difieren entre sí por su longitud.

Como la clotoide de curvatura $1/R$ es proporcional a su longitud se tiene en ella a la curva más apropiada para efectuar transiciones.

a) **Curva circular simple con espirales de transición.** Las curvas circulares con espirales de transición constan de un espiral de entrada, una curva circular simple y una espiral de salida. Cuando las espirales de entrada y salida tienen la misma longitud la curva es simétrica, en caso contrario es asimétrica. En la figura 4.2, se muestran los elementos de una curva simétrica, los que se calculan como sigue:

1. **Grado de curvatura de la curva circular.** Es el ángulo que subtiende un arco de 20m en la curva circular.

$$G_c = \frac{1145.92}{R_c} \quad (11)$$

En donde R_c es el radio de la curva circular.

2. **Longitud de la espiral.** Es la longitud media sobre la curva entre TE y el EC , o del CE al ET .

Su valor mínimo se determina en el apartado B) de este inciso.

3. **Parámetro de la espiral.** Es la magnitud que define las dimensiones de la espiral

$$K = \sqrt{R_c l_e} \quad (12)$$

4. **Deflexión de la curva.** Es el ángulo comprendido entre las normales a las tangentes en TE y ET . Su valor es igual a la deflexión de las tangentes y se representa con Δ .

5. **Deflexión a un punto cualquiera de la espiral.** Es el ángulo comprendido entre la tangente en TE o ET y la tangente en un punto cualquiera PSE .

$$\theta = \left[\frac{l^2}{2K^2} \right] \quad (13)$$

$$\text{Si } l = l_e; \theta = \theta_e ; \text{ y por tanto: } 2K^2 = \left[\frac{l_e^2}{\theta_e} \right]$$

Y sustituyendo en (13):

$$\theta = \left[\frac{l}{l_e} \right]^2 \theta_e \quad (14)$$

6. **Deflexión de la espiral.** Es el ángulo comprendido entre las tangentes a la espiral en sus puntos extremos.

$$\theta_e = \frac{l_e}{2R_c} \quad (15)$$

Con la expresión anterior se obtiene θe en radianes; expresada en grados y sustituyendo $Rc = \frac{1145.92}{Gc}$, se tiene:

$$\theta e = \frac{Gcle}{40} \quad (16)$$

7. **Longitud total de la curva.** Es la suma de las longitudes de las dos espirales de transición y de la longitud de la curva circular. Para curvas simétricas, se tiene:

$$L = le + \frac{20\Delta}{Gc} \quad (17)$$

8. **Coordenadas del EC de la curva.**

Radianes

Grados

$$Xc = le \left[1 - \frac{\theta^2 e}{10} \right] \quad Xc = \frac{le}{100} (100 - 0.00305\theta^2 e) \quad (18)$$

$$Yc = le \left[\frac{\theta e}{3} - \frac{\theta^3 e}{42} \right] \quad Yc = \frac{le}{100} (0.582\theta e - 0.0000126\theta^3 e) \quad (18')$$

9. **Coordenadas del PC de la curva circular**

$$P = Yc - Rc (1 - \cos\theta e) \quad (19)$$

$$K = Xc - Rc \text{sen}\theta e$$

10. **Subtangente.** Es la distancia entre el *PI* y el *TE* o *ET* de la curva, medida sobre la prolongación de la tangente, y se denomina *Ste*.

$$Ste = k + (Rc + P) \tan \frac{\Delta}{2} \quad (20)$$

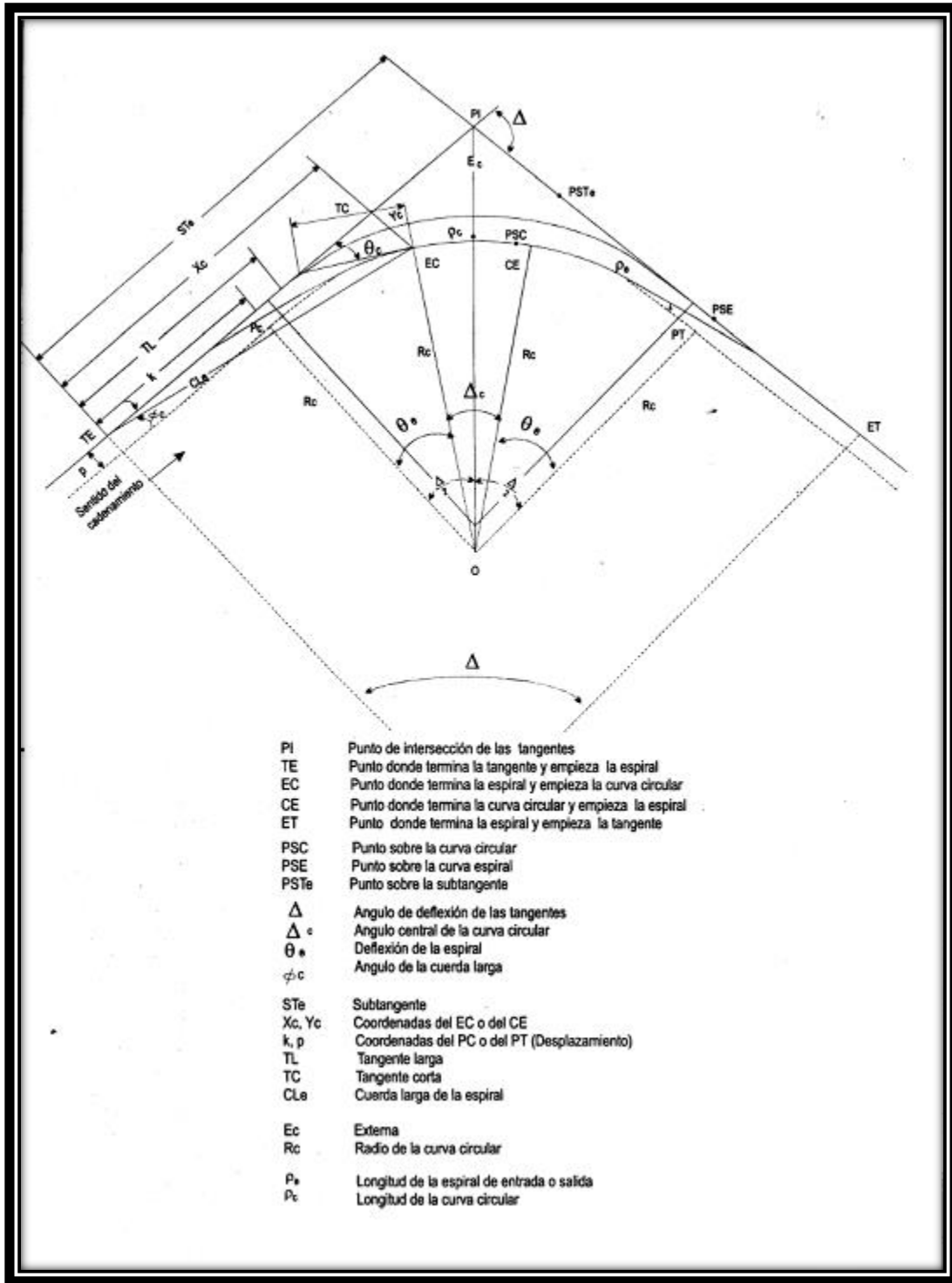


Figura 4.3 Elementos de la curva circular con espirales.

11. **Externa.** Es la distancia entre el *PI* y la curva y se denomina *Ec*.

$$Ec = (Rc + P) \sec \frac{\Delta}{2} - Rc \quad (21)$$

12. **Cuerda larga.** Es la recta que une el *TE* y *EC* o el *ET* y el *CE* y se le denomina *Cle*:

$$Cle = \sqrt{X^2c + Y^2c} \quad (22)$$

13. **Ángulo de la cuerda larga.** Es el ángulo comprendido entre la tangente en *TE* y la cuerda larga y se simboliza como $\phi'c$.

$$\phi'c = \frac{\theta e}{3} - Z \quad (23)$$

$$Z = 3.1 * 10^{-3} \theta^3 e + 2.3 * 10^{-8} \theta^5 e$$

Z es una corrección que debe tomarse en consideración cuando $\theta e > 16^\circ$, la corrección es positiva para puntos atrás y negativa para puntos adelante del considerado.

14. **Tangente larga.** Es el tramo de subtangente comprendido entre el *TE* o *ET* y la intersección con la tangente a *EC* o *CE*; se le llama *TL*.

$$TL = Xc - Yc \cot \theta e \quad (24)$$

15. **Tangente corta.** Es el tramo de la tangente a *CE* o *EC* comprendida entre uno de estos puntos y la intersección con la subtangente correspondiente; se representa como *TC*.

$$TC = Yc \csc \theta e \quad (25)$$

4.4 RADIO MINIMO

El radio mínimo es un factor limitante de la curvatura para una velocidad de diseño dada, que se relaciona con el peralte máximo y la máxima fricción lateral seleccionada para el diseño. Un vehículo se sale de control en una curva, ya sea porque el peralte o sobreelevación de la curva no es suficiente para contrarrestar la velocidad, o porque la fricción lateral entre las ruedas y el pavimento es insuficiente y se produce el deslizamiento del vehículo. Un vehículo derrapa en las curvas debido a la presencia de agua o arena sobre la superficie de rodamiento. El uso de radios más reducidos solamente puede lograrse a costas de incómodas tasas de peralte o apostando a coeficientes de fricción lateral que pueden no estar garantizados por la adherencia de las llantas (calidad, grado de desgaste del grabado, presión, etc.) con la superficie de rodamiento de la carretera.

Una vez establecido el máximo factor de peralte o sobreelevación (e), los radios mínimos de curvatura horizontal se pueden calcular de la siguiente manera:

$$R_{\text{mín}} = \frac{v}{127(e_{\text{máx}} + f_{\text{máx}})}$$

En donde:

$R_{\text{mín}}$ = Radio mínimo de curva, m

$E_{\text{máx}}$ = Tasa de sobreelevación en fracción decimal.

$f_{\text{máx}}$ = Factor de fricción lateral

V = Velocidad de diseño, en KPH

El grado de curvatura es una forma de expresar la “agudeza” de una curva y se expresa, para la definición “arco” como el ángulo central subtendido por un “arco” de 20 metros. A partir de esta definición se obtiene la siguiente expresión:

$$D_{20} = 1145.9156/R$$

En donde:

D_{20} = Grado de curvatura, o ángulo en el centro de la curva, para un arco de 20m

R = Radio de la curva, m

Para su utilización en la mayoría de los recientes programas CAD, el grado de curvatura para la definición arco de 20m, debe multiplicarse por 5 debido a que dichos programas utilizan una longitud de arco de 100m.

Utilizando los valores recomendados para el factor de fricción (f) y las tasas de peralte recomendado, se ha preparado el cuadro 4.1 donde se presentan los radios mínimos y grados máximos de curvatura para diferentes velocidades de diseño, aplicando la fórmula para D_{20} .

4.5 DISEÑO PARA CALLES URBANAS DE BAJA VELOCIDAD

En calles urbanas donde la velocidad es relativamente baja y variable, se puede minimizar el uso del peralte para las curvas horizontales. Donde la demanda de fricción lateral excede el factor asumido de fricción lateral para la velocidad de diseño, peralte, dentro del rango de la pendiente de la sección normal (bombeo) al peralte máximo es proveído. En base al máximo factor de fricción disponible, el cuadro 4.1 muestra el radio mínimo para distintas velocidades de diseño.

Aunque el peralte es ventajoso para las operaciones del tránsito, a menudo varios factores se combinan para hacer uso impracticable en muchas zonas urbanas.

Tales factores incluyen las anchas zonas de pavimento, la necesidad de respetar la pendiente de las propiedades adyacentes, consideraciones del drenaje superficial y la frecuencia de calles transversales y accesos a propiedades. Por lo tanto las curvas horizontales en calles de baja velocidad, en zonas urbanas, se diseñan frecuentemente sin peralte, contrarrestando la fuerza centrípeta solamente con la fricción lateral.

En estas curvas, el tránsito que entra en una curva hacia la izquierda tiene un peralte negativo en la pendiente del bombeo normal, pero en curvas amplias la fricción requerida para contrarrestar la fuerza centrípeta y el peralte negativo resulta ser pequeña. Sin embargo, sobre curvas sucesivamente más fuertes a la misma velocidad, el radio mínimo se alcanza cuando el factor de fricción lateral desarrollado para contrarrestar la fuerza centrípeta y el bombeo adverso llega al valor máximo permisible sobre la base de la seguridad y el confort, por lo que, para viajar seguro sobre las curvas más fuertes es necesario el peralte.

VELOCIDAD DE DISEÑO (KPH)	FACTOR DE FRICCION MÁXIMA	Peralte Máximo = 4%		GRADO DE CURVATURA (Degree)	Peralte Máximo = 6%		GRADO DE CURVATURA (Degree)
		RADIO (m)			RADIO (m)		
		CALCULADO	RECOMENDADO		CALCULADO	RECOMENDADO	
20	0.35	8.1	8	143°14'	7.7	8	143°14'
30	0.28	22.1	22	52°05'	20.8	21	54°34'
40	0.23	46.7	47	24°23'	43.4	43	26°39'
50	0.19	85.6	86	13°19'	78.7	79	14°30'
60	0.17	135.0	135	08°29'	123.2	123	09°19'
70	0.15	203.1	203	05°39'	183.7	184	06°14'
80	0.14	280.0	280	04°06'	252.0	252	04°33'
90	0.13	375.2	375	03°03'	335.7	336	03°25'
100	0.12	492.1	492	02°20'	437.4	437	02°37'
110	0.11				560.4	560	02°03'
120	0.09				755.9	756	01°31'
VELOCIDAD DE DISEÑO (KPH)	FACTOR DE FRICCION MÁXIMA	Peralte Máximo = 8%		GRADO DE CURVATURA (Degree)	Peralte Máximo = 10%		GRADO DE CURVATURA (Degree)
		RADIO (m)			RADIO (m)		
		CALCULADO	RECOMENDADO		CALCULADO	RECOMENDADO	
20	0.35	7.3	7	163°42'	7.0	7	163°42'
30	0.28	19.7	20	57°18'	18.6	19	60°19'
40	0.23	40.6	41	27°57'	38.2	38	30°09'
50	0.19	72.9	73	15°42'	67.9	68	16°51'
60	0.17	113.4	113	10°08'	105.0	105	10°55'
70	0.15	167.8	168	06°49'	154.3	154	07°26'
80	0.14	229.1	229	05°00'	210.0	210	05°27'
90	0.13	303.7	304	03°46'	277.3	277	04°08'
100	0.12	393.7	394	02°55'	357.9	358	03°12'
110	0.11	501.5	501	02°17'	453.7	454	02°31'
120	0.09	667.0	667	01°43'	596.8	597	01°55'

Tabla 4.1 Radios mínimos y grados máximos de curvas horizontales para distintas velocidades de diseño, usando valores límites de “e” y “f”.

4.6 ALINEAMIENTO VERTICAL

Alineamiento vertical es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona. Al eje de la subcorona en alineamiento vertical se le llama línea subrasante.

4.7 ELEMENTO QUE INTEGRAN EL ALINEAMIENTO VERTICAL

El alineamiento vertical se compone de **tangentes** y **curvas**.

4.7.1 Tangentes

Las tangentes se caracterizan por su longitud y su pendiente y están limitadas por dos curvas sucesivas. La longitud de una tangente es la distancia medida horizontalmente entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente, se representa como T_v . La pendiente de la tangente es la relación entre el desnivel y la distancia entre dos puntos de la misma.

Al punto de intersección de dos tangentes consecutivas se le denomina *PIV*, y a la diferencia algebraica de pendiente en ese punto se le representa por la letra *A*.

a) Pendiente gobernadora. Es la pendiente media que teóricamente puede darse a la línea subrasante para dominar un desnivel determinado, en función de las características del tránsito y la configuración del terreno; la mejor pendiente gobernadora para cada caso, sería aquella que al conjugar esos conceptos, permita obtener el menor costo de construcción, conservación y operación. Sirve de norma reguladora a la serie de pendientes que se deban proyectar para ajustarse en lo posible al terreno.

b) Pendiente máxima. Es la mayor pendiente que se permite en el proyecto. Queda determinada por el volumen y la composición del tránsito previsto y la configuración del terreno.

La pendiente máxima se empleará, cuando convenga desde el punto de vista económico, para salvar ciertos obstáculos locales como fallas y zonas inestables, siempre que no se rebase la longitud crítica.

La AASHTO recomienda que para caminos principales las pendientes no excedan a las dadas en la tabla 4.1. Para caminos secundarios, con escaso volumen de tránsito, las pendientes dadas en la tabla pueden incrementarse hasta en dos por ciento.

Tipo de terreno	Porcentaje en Pendiente Máxima para diversas velocidades de proyecto en Km/h						
	50	60	70	80	90	100	110
Plano	6	5	4	4	3	3	3
Ondulado	7	6	5	5	4	4	4
Montañoso	9	8	7	7	6	5	5

Tabla 4.2 relación entre pendiente máxima y velocidad de proyecto(caminos principales)

c) Pendiente mínima. La pendiente mínima se fija para permitir el drenaje. En terraplenes puede ser nula; en los cortes se recomienda 0.5% mínimo, para garantizar el buen funcionamiento de las cunetas; en ocasiones la longitud de los cortes y la precipitación pluvial en las zona podrá llevar a aumentar esa pendiente mínima.

d) Longitud crítica de una tangente del alineamiento vertical. Es la longitud máxima en la que un camión cargado puede ascender sin reducir su velocidad más allá de un límite previamente establecido.

Los elementos que intervienen para la determinación de la longitud crítica de una tangente son fundamentalmente el vehículo de proyecto, la configuración del terreno, el volumen y la composición del tránsito.

El vehículo con su relación peso/potencia, define características de operación que determinan la velocidad con que es capaz de recorrer una pendiente dada. La configuración del terreno impone condiciones al proyecto que, desde el punto de vista económico, obligan a la utilización de pendientes que reducen la velocidad de los vehículos pesados y hacen que éstos interfieran con los vehículos livianos.

El volumen y la composición del tránsito son elementos primordiales para el estudio económico del tramo, ya que los costos de operación dependen básicamente de ellos.

4.8 CURVAS VERTICALES

Las curvas verticales son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la de la tangente de salida. Deben dar por resultado un camino de operación segura y confortable, apariencia agradable y con características de drenaje adecuadas. El punto común de una tangente y una curva vertical en el inicio de ésta, se representa como *PCV* y como *PTV* el punto común de la tangente y la curva al final de ésta.

- a) **Forma de la curva.** La condición que se considera óptima para la conducción de un vehículo, corresponde a un movimiento cuya componente horizontal de la velocidad sea constante. Esto es:

$$V_x = \frac{dx}{dt} = C_1$$

Por lo que la componente horizontal de la aceleración:

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

Si llamamos *U* a la velocidad del vehículo al entrar a la curva, se tendrá que para $t=0$, $V_x = U_x$, por lo que:

$$U_x = \frac{dx}{dt}$$

Integrando: $x = U_x t + C_2$

Si $t=0$, $x=0$ y $C_2=0$; por lo que: $t = \frac{x}{U_x}$

Por otra parte: $A_y = \frac{dV_y}{dt} = -g$

Despejando dV_y e integrando: $V_y = -gt + C_3$

Si $t=0$, $V_y=U_y$ y $C_3 = U_y$, por lo que:

$$V_y = \frac{dy}{dt} = -gt + U_y$$

Integrando: $y = \frac{-gt^2}{2} + U_y t$

Como $t = \frac{x}{U_x}$

$$y = \frac{-gx^2}{2U_x^2} + \frac{U_y X}{U_x}$$

Pero: $P = \frac{U_y}{U_x}$

En donde P es la pendiente de la tangente de entrada y:

$$\frac{-g}{2U_x^2} = K \text{ en donde K es una constante}$$

Por lo que: $y = Kx^2 + Px$ (1)

La expresión anterior corresponde a la ecuación de una parábola que es la recomendada para emplearse en las curvas verticales. Las curvas verticales pueden tener concavidad hacia arriba o hacia abajo, recibiendo el nombre de curvas en columpio o en cresta respectivamente. En la fig. 4.3 se ilustran los tipos representativos de curvas verticales en cresta y en columpio; en los tipos I y III las pendientes de las tangentes de entrada y salida tienen signos contrarios, en los tipos II y IV tienen el mismo signo.

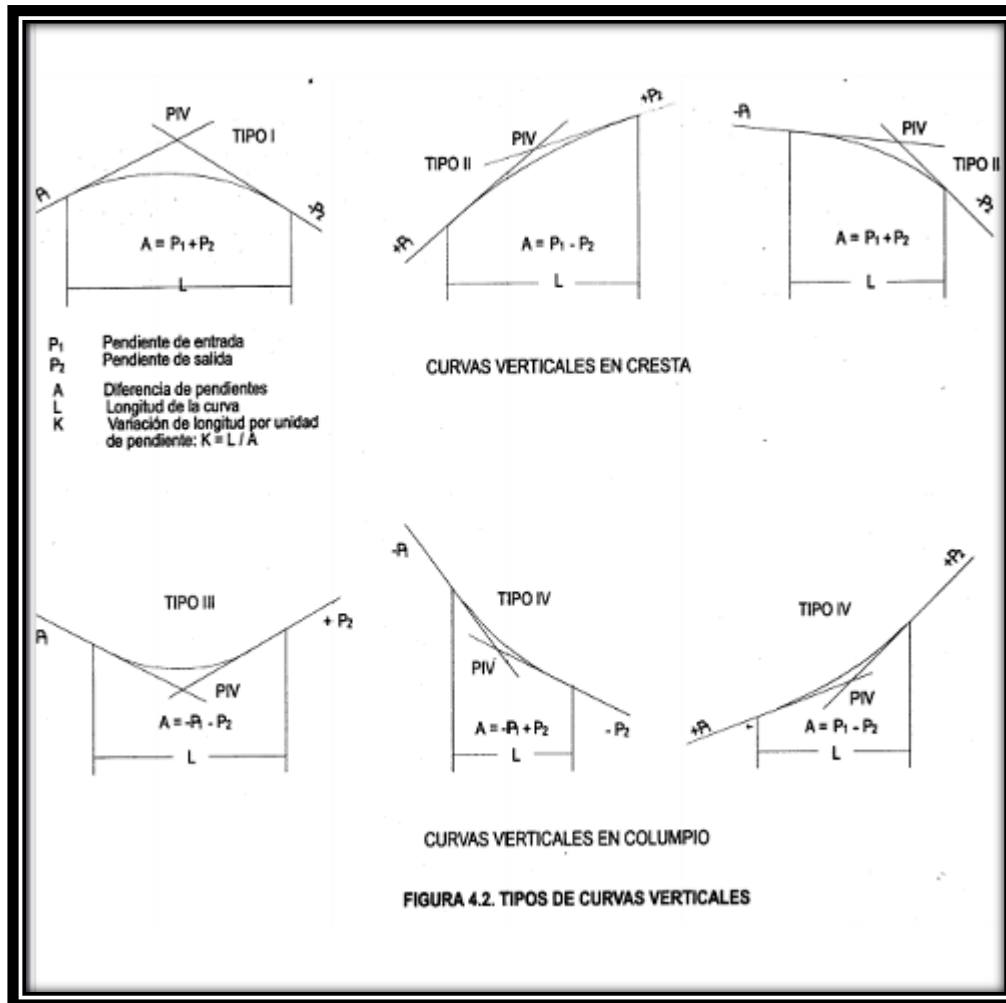


Figura 4.4 Tipos de curva verticales

b) **Cálculo de los elementos de la curva parabólica.** Los elementos de una vertical son los mostrados en la figura 4.4 y se calculan como sigue:

1. Longitud. Es la distancia media horizontalmente entre el *PCV* y el *PTV*. Existen cuatro criterios para determinar la longitud de las curvas, que son:

l) Criterio de comodidad. Se aplica al proyecto de curvas verticales en columpio, en donde la fuerza centrífuga que aparece en el vehículo al cambiar de dirección, se suma al peso propio del vehículo. Se recomienda que en la curva la aceleración centrífuga no exceda a 0.305m/s^2 . o sea que:

$$Ac = \frac{V^2}{R} \leq 0.305m/s^2 \therefore R \geq 3.28V^2$$

Si se asimila la parábola a un círculo, se tendrá:

$$L = R\Delta \quad y \quad \Delta = A$$

Por lo que: $L \geq 3.28V^2 \Delta$

Y si se expresa V en Km/h y A en porcentaje:

$$K = \frac{L}{A} \geq \frac{V^2}{395} \quad L \geq \frac{AV^2}{395} \quad (2)$$

Siendo K el recíproco de la variación de pendiente por unidad de longitud.

II) Criterio de apariencia. Se aplica al proyecto de curvas verticales con visibilidad completa, o sea a las curvas en columpio, para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente. Empíricamente la AASHTO ha determinado que:

$$K = \frac{L}{A} \geq 30 \quad (3)$$

III) Criterio de drenaje. Se aplica al proyecto de curvas verticales en cresta o en columpio, cuando están alojadas en corte. La pendiente en cualquier punto de la curva, debe ser tal que el agua pueda escurrir fácilmente. La AASHTO ha encontrado que para que esto ocurra debe cumplirse:

$$K = \frac{L}{A} \leq 43 \quad (4)$$

IV) Criterio de seguridad. Se aplica a curvas en cresta y en columpio. La longitud de la curva debe ser tal, que en toda la curva la distancia de visibilidad sea mayor o igual que la de parada. En algunos casos, el nivel de servicio deseado puede obligar a diseñar curvas verticales con la distancia de visibilidad de rebase.

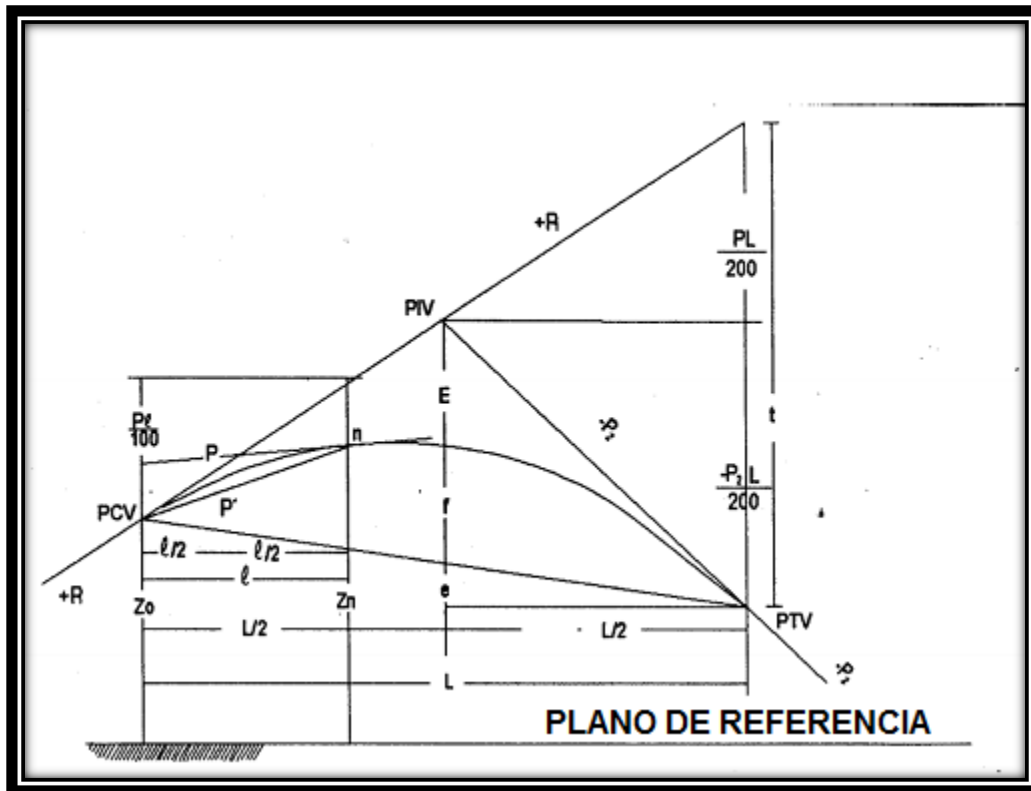


Figura 4.5 Elementos de una curva vertical.

- PIV** Punto de intersección de las tangentes
- PCV** Punto en donde comienza la curva vertical
- PTV** Punto en donde termina la curva vertical
- n** Punto cualquiera sobre la curva
- P_1** Pendiente de la tangente de entrada en porcentaje
- P_2** Pendiente de la tangente de salida en porcentaje
- P** Pendiente en un punto cualquiera de la curva en porcentaje
- P'** Pendiente de una cuerda a un punto cualquiera en porcentaje
- A** Diferencia algebraica entre la pendiente de la tangente de entrada y de salida
- L** Longitud de la curva
- E** Externa
- f** Flecha
- l** Longitud de la curva a un punto cualquiera.
- t** Desviación respecto a la tangente de un punto cualquiera.

- K** Variación de la longitud por unidad de pendiente, $K=L/A$
Z₀ Elevación del PCV
Z_n Elevación de un punto cualquiera.

Las expresiones que permiten calcular la longitud de las curvas verticales, tanto para distancia de visibilidad de parada como de rebase, son:

Para curvas en cresta:

$$D > L \quad L = 2D - \frac{C_1}{A} \quad (5)$$

$$D < L \quad L = \frac{AD^2}{C_1} \quad (6)$$

Para curvas en columpio:

$$D > L \quad L = 2D - \frac{C_2 + 3.5D}{A} \quad (7)$$

$$D < L \quad L = \frac{AD^2}{C_2 + 3.5D} \quad (8)$$

En donde:

L= Longitud de la curva vertical, en m.

D= Distancia de visibilidad de parada o de rebase, en m.

A= Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje

C₁ y C₂ = Constantes que dependen de la altura del ojo del conductor o altura de los faros y de la altura del obstáculo o altura del vehículo.

El valor de las constantes para el vehículo considerado se indica en el cuadro siguiente:

CONSTANTE	Para distancia de visibilidad	
	De parada	De rebase
C1	425	1000
C2	120	-

Tabla 4.3 Constantes de distancia de Visibilidad

Las curvas diseñadas para distancia de visibilidad de rebase resultan de gran longitud y sólo deberán proyectarse cuando no se afecte el costo del camino más allá de lo permisible o donde lo amerite el nivel de servicio.

La AASHTO establece un valor mínimo de la curva en m y V la velocidad de proyecto en Km/h .

Para proyecto, el criterio a seguir debe ser el de la seguridad, que satisfaga cuando menos la distancia de visibilidad de parada. El criterio de apariencia sólo debe emplearse en caminos de tipo muy especial. Por otra parte, el drenaje siempre debe resolverse, sea con la longitud de curva o modificando las características hidráulicas de las cunetas.

En la tabla siguiente se obtienen los valores del factor K para el cálculo de las longitudes de curvas según el criterio de seguridad para satisfacer el requisito de distancia de visibilidad de parada y la longitud de mínima, empleando las fórmulas correspondientes a la condición $D < L$, que representa el caso más crítico. La longitud obtenida debe redondearse al número de estaciones de veinte metros inmediato superior.

Velocidad de proyecto	Curvas en Cresta		Curvas en columpio A,B,C,D,E	Longitud mínima
	E	D,C,B,A		
30	4	3	4	20
40	7	4	7	30
50	12	8	10	30
60	23	14	15	40
70	36	20	20	40
80	-	31	25	50
90	-	43	31	50
100	-	57	37	60
110	-	72	43	60

Tabla 4.4 Valores de K según tipo de proyecto, velocidad de proyecto y tipo de curva.

2. Pendiente de un punto cualquiera de la curva. Para determinar esta pendiente P , se parte de la propiedad de la parábola de que la variación de la pendiente a lo largo de ella respecto a su longitud es uniforme. Puede establecerse la siguiente proporción:

$$\frac{P_1 - P_2}{L} = \frac{P_1 - P}{l} \quad \therefore \frac{A}{L} = \frac{P_1 - P}{l} \quad \therefore P = P_1 - \frac{Al}{L} \quad (10)$$

En donde: P , P_1 , P_2 y A están expresados en porcentaje y l y L en metros.

3. Pendiente de la cuerda a un punto cualquiera. Para determinar esta pendiente simbolizada como P' se hace uso de la propiedad de la parábola de que la pendiente de una cuerda es el promedio de las pendientes de las tangentes a la parábola en los puntos extremos de la cuerda.

Esto es:
$$P' = \frac{P_1 + P}{2}$$

Y teniendo en cuenta que:
$$P = P_1 - \frac{Al}{L}$$

$$P' = \frac{P_1}{2} + \frac{1}{2} \left(P_1 - \frac{Al}{L} \right)$$

De donde:
$$P' = P1 - \frac{Al}{2L} \quad (11)$$

4. Desviación respecto a la tangente. Es la diferencia de ordenadas entre la prolongación de la tangente y la curva, llamada t ; para determinarla se usa la propiedad de la parábola que establece:

$$t = al^2$$

Pero en el $PTV: t' = aL^2$

Y:
$$t' = \frac{P1L}{200} + \frac{P2L}{200} = \frac{L}{200} (P1 + P2) = \frac{AL}{200}$$

$$\frac{AL}{200} = aL^2 \text{ de donde } a = \frac{A}{200L}$$

Y finalmente:
$$t = \frac{A}{200L} l^2 \quad (12)$$

5. Externa. Es la distancia entre el PIV y la curva, medida verticalmente; se le representa como E .

De la ecuación anterior:

$$E = \frac{A}{200L} \left(\frac{L}{2}\right)^2 \quad (13)$$

$$E = \frac{AL}{800}$$

6. Flecha. Es la distancia entre la curva y la flecha $PCV-PTV$, medida verticalmente; se representa como f .

De la figura 4.4

$$f = \frac{P2L}{200} - E - e = \frac{P2L}{200} - \frac{AL}{800} - e$$

Siendo la distancia e la pendiente de la cuerda *PTV-PCV* multiplicada por $L/2$ o sea que aplicando la ecuación:

$$P' = P1 - \frac{Al}{2L}$$

Se tendrá:

$$e = -\left(\frac{P1}{100} - \frac{A}{200L}L\right)\frac{L}{2} = -\frac{P1L}{200} + \frac{AL}{400}$$

De donde:

$$f = \frac{P2L}{200} - \frac{AL}{800} + \frac{P1L}{200} - \frac{AL}{400} = \frac{P1 + P2}{200}L - \frac{3AL}{800} = \left(\frac{1}{200} - \frac{3}{800}\right)AL$$

$$f = \frac{AL}{800} \quad (14)$$

Puede observarse que $f = E$

7.0 Elevación de un punto cualquiera de la curva Zn.

De la figura 4.4

$$Zn = Z0 + \frac{P1l}{100} - t$$

Sustituyendo el valor de t y agrupando:

$$Zn = Z0 + \left(\frac{P1}{100} - \frac{Al}{200L}\right)l \quad (15)$$

Esta expresión se emplea para calcular las elevaciones de la curva vertical.

4.9 PERFILES TOPOGRÁFICOS

El perfil topográfico es una representación de tipo lineal, que permite establecer las diferencias de altitud, que se presentan a lo largo de un recorrido.

Se clasifican como:

Perfil longitudinal: es aquel en el cual se toma la misma dirección durante todo el recorrido, sin cambiar el rumbo. Es la intersección del terreno con un cilindro vertical que contenga al eje longitudinal de la carretera.

Perfil transversal: es la intersección del terreno, con un plano vertical normal al eje longitudinal del terreno, o sea los perfiles transversales son perpendiculares al perfil longitudinal. El perfil transversal se dibuja de modo que la izquierda y la derecha sean las del perfil longitudinal, suponiendo que se recorre éste en el sentido de su numeración ascendente.

La línea del plano definida por los puntos que limitan el perfil se llama **directriz** y la línea horizontal de comparación sobre la que se construye el perfil se denomina **base**.

Una de las aplicaciones más importantes de los perfiles y secciones transversales, es en la construcción de obras de gran longitud y poca anchura, por ejemplo caminos o carreteras, alcantarillados, labores de minería, etc.

Utilidad: el levantamiento topográfico mide directamente sobre el terreno lo que se desea conseguir, plano de una ciudad, una carretera, etc.

La construcción de perfiles topográficos es una práctica muy útil para entender lo que representan los mapas topográficos. Los perfiles topográficos no sólo sirven para entender los mapas topográficos, las personas que estudian los recursos naturales como los geólogos, geomorfólogos, edafólogos y estudiosos de la vegetación, entre otros, construyen perfiles para observar la relación de los recursos naturales con los cambios de topografía y analizar numerosos problemas.

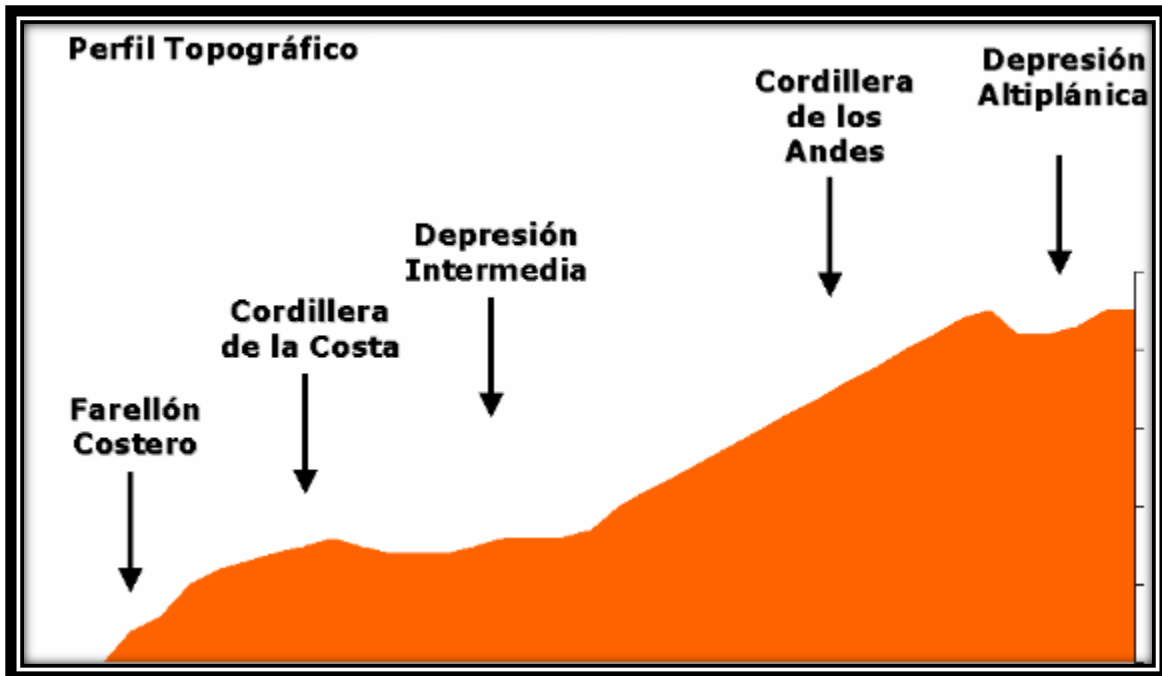


Figura 4.6 Perfil Topográfico

4.10 LA SUBRASANTE

La subrasante es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona. En la sección transversal es un punto cuya diferencia de elevación con la rasante, está determinada por el espesor del pavimento y cuyo desnivel con respecto al terreno natural sirve para determinar el espesor de corte o terraplén.

4.10.1 La Rasante

Es la línea obtenida al proyectar sobre un plano vertical el desarrollo del eje de la corona del camino. En la sección transversal está representada por un punto.

4.10.2 Calzada

La calzada es la parte de la corona destinada al tránsito de vehículos y constituida por uno o más carriles, entendiéndose por carril la faja con ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos.

El ancho de calzada es variable a lo largo del camino, y depende de la localización de la sección en el alineamiento horizontal y excepcionalmente en el vertical.

Normalmente el ancho de calzada se refiere al ancho en tangente del alineamiento horizontal.

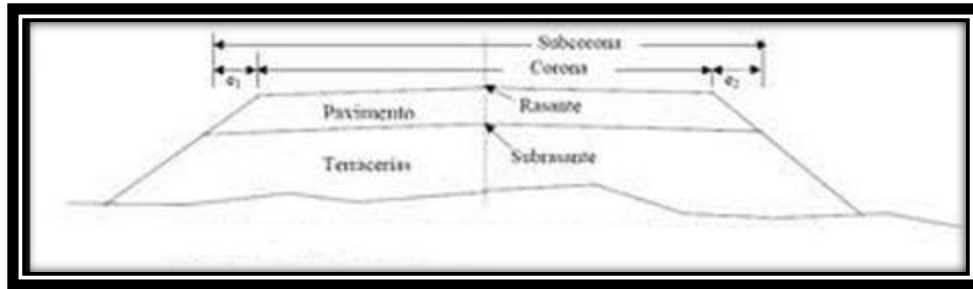


Figura 4.7 Esquema de subcorona, corona, rasante y subrasante.

4.11 SECCIONES TRANSVERSALES

Las secciones transversales son perfiles o secciones que cortan normal o perpendicularmente a una línea recta, poligonal o eje longitudinal. Estas líneas transversales se levantan con estacionamientos cortos y se trazan hacia la derecha y hacia la izquierda del perfil longitudinal, con el fin de estudiar la configuración o relieve del terreno aledaño al eje o línea centra.

Las secciones transversales pueden ser de tres tipos:

- a) Sección Transversal "Natural" o Topográfica.
- b) Sección Transversal "Típica" o de Diseño
- c) Sección Transversal de Construcción.

Para los objetivos de este curso solo interesa la primera o sea la que describe el terreno natural.

Levantamiento de Secciones Transversales

1. Se toma un punto de partida la estación marcada sobre el perfil longitudinal y su respectiva elevación como Banco de Marca.
2. Sobre la estación se levanta una perpendicular hacia la derecha partiendo con 0.00m y luego se cadenea a cada 5.00m o con estaciones fraccionarias que marquen los cambios de pendientes si se prefiere.

3. Se nivelan con el nivel de mano los puntos trazados tomando como Banco de Marca el punto estación del eje central.
4. Se repite la operación hacia el lado izquierdo

La longitud de las secciones transversales depende de la naturaleza del proyecto en calles o zonas urbanas puede tener 15.00 ó 20.00m dependiendo del derecho de vía.

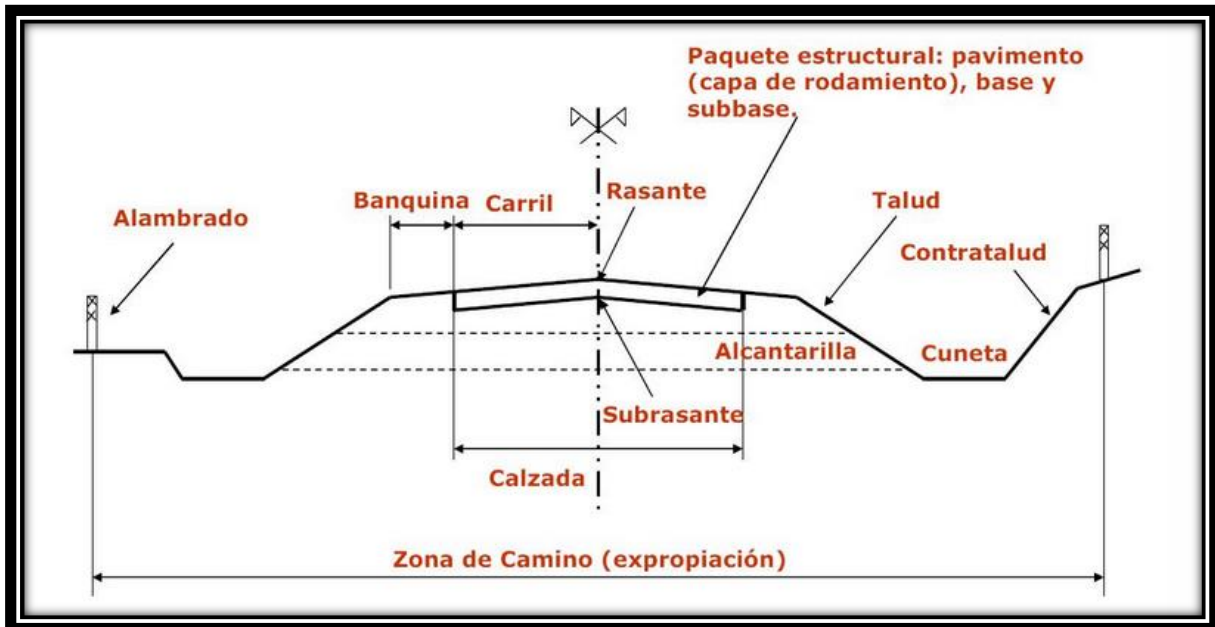


Figura 4.8 Esquema de sección transversal

Las secciones pueden hacerse con el espaciamiento que más convenga, este espaciamiento está en función del grado de aproximación con que se quiere tener el relieve del terreno.

Entre más cerrado se haga el seccionamiento, menos detalles se escapan y mejor resultará la representación del terreno.

Una Secuencia de nivelación de las secciones transversales sería:

- Se traza un polígono de apoyo, marcado a intervalos para obtener su perfil.
- Se nivela el polígono para obtener sus elevaciones y construir el perfil del polígono.

- Se sacan secciones transversales en todos y cada uno de los puntos del polígono y se nivela cada transversal.

Las secciones transversales pueden hacerse con nivel fijo para mayor precisión y cuando el ancho de la zona a configurar es grande, pero lo más frecuente para obtener las secciones es con nivel de mano, especialmente cuando el terreno es accidentado, pues el aparato es el mismo observador y puede trasladarse rápidamente.

4.12 BORDILLOS Y CUNETAS

Los bordillos se usan extensamente en las carreteras urbanas y suburbanas, siendo su uso muy limitado, más bien nulo, en las carreteras rurales. Esto tiene que ver con la función que desempeñan dichos dispositivos, como son el control del drenaje, la delimitación del borde del pavimento, la determinación del borde de las aceras o de la zona de protección de los peatones o, simplemente por razones de estética.

Típicamente los bordillos se clasifican en montables y de barrera o no montables, según que tenga la altura y conformación apropiada para que los vehículos automotores puedan abordarlos o no.

Los bordillos de barrera son relativamente altos y con la cara relativamente vertical, redondeados en su parte superior para reducir las aristas cortantes, con un radio de 1 a 2.5 centímetros. La altura de este bordillo puede estar comprendida entre 15 y 22.5 centímetros. Los bordillos de barrera combinados con acera de seguridad son muy útiles a lo largo de paredes altas y túneles, haciendo que el conductor se separe de dichos bordillos con beneficio para la seguridad del peatón.

En general, no se recomienda el uso de bordillos de barrera en autopistas y en carreteras de alta velocidad, porque pueden ser causantes del vuelco de vehículos por impacto lateral. Si el propósito de colocar un bordillo tal es prevenir que los

vehículos se salgan de la calzada, debe pensarse más bien en el uso de barreras metálicas.

Los bordillos montables, por su parte, son diseñados para que los vehículos puedan cruzarlos cuando así se requiera y sea permisible o cuando accidentalmente haya que pasar sobre ellos. Cuando la cara del talud del bordillo es mayor de la relación 1:1, su altura debe limitarse a 10 centímetros o menos, pero si este talud se diseña entre 1:1 a 2:1, su altura puede ser incrementada a 15 centímetros. En algunas ocasiones los bordillos se construyen con una porción vertical en la base de unos 2.5 centímetros, como previsión para futuros revestimientos del pavimento, aunque si la sección inclinada excede de una altura total de unos 15 centímetros, ya no se califica como un bordillo montable. Los bordillos montables son usuales en los bordes de las medianas en carreteras divididas y en las islas para canalización del tránsito en las intersecciones.

El ancho del bordillo se considera como un elemento de la sección transversal fuera del ancho de los carriles, podría decirse que más bien debe estar situado a unos 0.3-0.6 metros del borde del carril en vías urbanas, y en el borde del hombro en carreteras rurales. Combinados con una sección de cuneta, los bordillos pueden formar parte integral del sistema de drenaje superficial longitudinal de la carretera. El bordillo-cuneta se instala normalmente cuando la carretera discurre en un ambiente urbano y suburbano, para encauzar las aguas hacia los tragantes y tuberías de drenaje. La figura 4. Algo muestra las descripciones dadas:

Reconocedores de estas condiciones para el uso de uno y otro tipo de bordillo, en la práctica vial centroamericana se ha preferido la colocación de bordillos de barrera para delimitar la mediana central, en virtud de que **los bordillos montables han servido para la habilitación de cruces forzados por el uso frecuente, y a la vez incómodo, en los sitios donde se ha intentado controlar tales maniobras.**

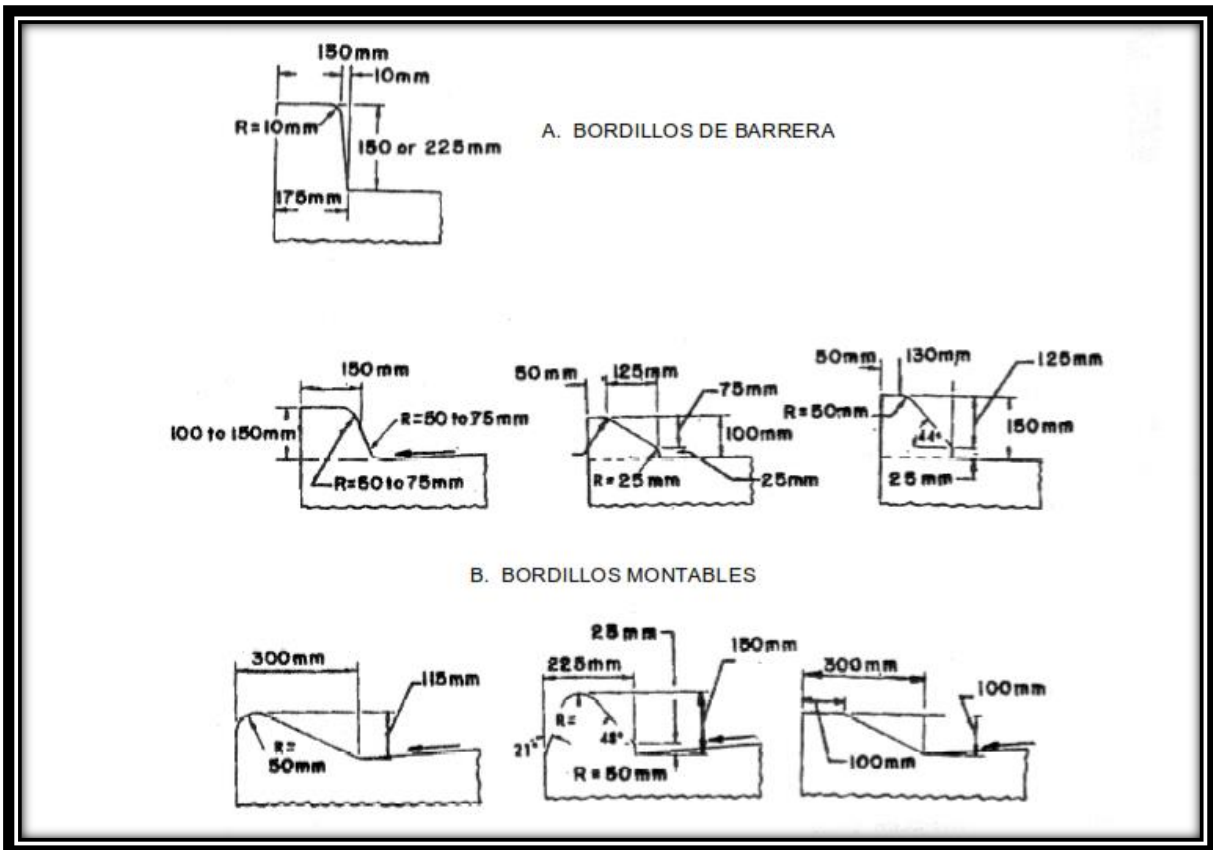


Figura 4.9 Secciones Típicas de Bordillos-Cunetas en Carreteras

4.13 ANCHO DE CARRILES

Las autopistas deben de tener un mínimo de dos carriles de circulación por sentido, con un ancho exigible de 3.6 metros por carril. El pavimento debe de ser de alta calidad, disponer de una superficie de rodaje resistente al deslizamiento y capacidad estructural adecuada.

Los carriles deben de tener una sección transversal con pendientes de 1.5 a 2.0 por ciento en los tramos en tangente, los cuales están constituidos en dos líneas en cada dirección con una corona en el centro de la línea del pavimento. En áreas de constantes o intensas lluvias, se recomienda incrementar a 2.5 por ciento la pendiente transversal del pavimento, para garantizar un adecuado drenaje.

Se debe asegurar que la autopista cuente con hombros pavimentados en ambos lados, tanto a la izquierda como a la derecha. Para las autopistas regionales se

recomienda que el ancho del pavimento del hombro de la derecha sea al menos de 2.5 metros, pero donde el movimiento de camiones exceda los 250 vehículos por hora de diseño, se recomienda que este hombro sea incrementado hasta un ancho de 3.6 metros. En autopistas regionales de cuatro carriles, se propone que el hombro de la mediana o el hombro interior sea por lo menos de 1.5 metros de ancho, pudiendo reducirse a un mínimo de 1.0 metro. Del hombro interior, no menos de 1.0 metro de la superficie de rodamiento debe ser asfaltada y con espesores suficientes de pavimento, el resto de la superficie puede ser revestida hasta cierta extensión. Se recomienda que el color o la textura del hombro sean diferentes que el de los carriles. La diferencia entre las vías y los hombros es a menudo acentuada por franjas y marcas en el pavimento o introduciendo irregularidades en la textura de la superficie de rodamiento.

La pendiente transversal en tangente de los hombros debe variar entre 2 y 6 por ciento, con un mínimo de uno por ciento más que la pendiente de la calzada en su extremo exterior, para facilitar el drenaje.

4.14 DERECHO DE VÍA

El derecho de vía es la franja de terreno que adquiere el dueño de una carretera, normalmente el Estado, para la construcción de la misma, incluyendo dentro de sus límites el diseño bien balanceado de la(s) calzada(s) con sus carriles proyectados, los hombros interiores y exteriores, las medianas y todos los demás elementos que conforman normalmente la sección transversal típica de este tipo de instalaciones, conforme su clasificación funcional.

No obstante la conveniencia de contar con una franja de terreno de ancho uniforme para cada tipo de carretera, en la práctica dicha franja es variable y determinada ad-hoc en función de cada proyecto en particular. Lo cierto es que se requieren ampliaciones cuando el pie de los taludes excede los límites normales de la franja de terreno, cuando se desea diseñar para mayores distancias de visibilidad, cuando se aplican determinadas exigencias para aislar el ruido y otros contaminantes ambientales y, finalmente, en las intersecciones con otras

carreteras que de por sí pueden plantear exigencias considerables de espacio físico, como en el caso de la construcción de intercambios o distribuidores de tránsito, que ocupan una o varias hectáreas según el diseño geométrico que se seleccione.

La determinación del ancho de vía de una carretera conlleva, por consiguiente, la determinación del ancho óptimo de los componentes de la sección transversal típica que, para el término del período de diseño de alrededor de veinte años, se requiere acomodar con la amplitud necesaria y suficiente dentro de la franja de terreno adquirida para la obra vial y sus detalles conexos. Esta es la opción para determinar el ancho de derecho de vía que podría calificarse como mínima, por corresponder a soluciones desarrolladas en condiciones restrictivas, como sucedería en zonas urbanas y suburbanas donde el valor del suelo es elevado, como también es elevado el costo de las propiedades colindantes que se precisa expropiar. En casos extremos de esa naturaleza, se llega en ocasiones a sacrificar el diseño y optar por soluciones de dimensiones restringidas a un mínimo funcional y de sentido práctico, donde lo primero que se limita son los anchos de hombros y las dimensiones de la mediana o franja divisoria central.

Pensando quizá en probables ampliaciones a futuro o como factor de seguridad ante desarrollos imprevistos, se ha optado en muchos casos por generosas provisiones de derecho de vía, sobre todo donde el valor del suelo es bajo o alcanza niveles razonables, pero se combina con un sensible potencial de la zona de influencia de la carretera para el desarrollo a largo plazo, en magnitudes que un momento dado parecen incalculables. Estas disponibilidades adicionales, propias de la opción ampliada – por oposición a la opción mínima, arriba citada-, se convierten al inicio en efectivas aportaciones al ornato, para más adelante contribuir a la solución de problemas de circulación que se vuelven agudos cuando prevalece la estrechez en el espacio disponible. En este sentido, una mediana de gran amplitud puede constituir una reserva para futuros carriles, así como igualmente podrán utilizarse para el mismo propósito las franjas laterales,

previstas inicialmente para separar de la pista principal, las calles marginales, o laterales, aunque se prefiera la primera opción sobre la segunda.

No se desconoce, sin embargo, el peligro que entraña en Centroamérica la ocupación o invasión de los derechos de vía que permanecen sin utilización durante largos años, pues a mayor tiempo de ocupación se torna más difícil el desalojo. Cuando se desea más tarde continuar con la fase de ampliación planificada o prevista. La única alternativa para enfrentar este problema, es la continua vigilancia de las autoridades responsables del mantenimiento de las carreteras, que deben estar dispuestas a actuar en el marco de lo que la ley y el derecho les señalan.

En la planificación del desarrollo vial, es usual que en los planes maestros de desarrollo urbano de las ciudades, áreas y regiones metropolitanas principales de Centroamérica, se proyecten los derechos de vía del sistema de circulación, con una visión sistémica de las necesidades de movilidad de las personas en el medio urbano y suburbano, que asume con clasificación funcional de los diferentes componentes del sistema, supuestos a complementarse unos con otros. La visión de la ciudad que concibe el planificador urbano y su equipo es la que recoge la propuesta, misma que debe ser revisada a períodos regulares para confirmar las hipótesis de trabajo o introducirle los ajustes pertinentes. Visión de futuro es la que condujo a la Ciudad de Guatemala a construir desde principios del siglo pasado el paseo de la Reforma, por ejemplo, concebido para el movimiento de carruajes, el paseo a caballo y a pie, paseo que hoy mismo ha sido transformado, sin perder aún parte de su belleza y colorido, para el movimiento masivo del tránsito por las pistas centrales de 3 carriles y por las pistas laterales, estas últimas de ancho suficiente para concentrar con preferencia el movimiento del transporte colectivo en autobuses.

En lo relativo a las carreteras rurales, es usual que los países de la región establezcan a priori, mediante disposiciones legales a veces de vieja data, los anchos de que deben disponer el derecho de vía de las diferentes carreteras,

haciendo abstracción del obligado ejercicio de análisis de oferta-demanda que precede a todo nuevo diseño o mejoramiento.

Bastante ilustrativo es el caso de la Ley de Derecho de vía de Nicaragua, Decreto No. 46 de 10 de septiembre de 1956, que clasifica a las carreteras en internacionales, interoceánicas, interdepartamentales y vecinales, reservando para las dos primeras categorías un ancho de derecho de vía de 40 metros y limitando a 20 metros el ancho de la franja correspondiente a las carreteras interdepartamentales y vecinales. Sorprendentemente y por reformas introducidas en el Decreto No. 956 del 18 de junio de 1964, se dispuso reducir a 20 metros en lugar de 40 metros el derecho de vía de la carretera internacional conocida Interamerica, el tramo comprendido entre Tipitapa y Nandaime, pasando por Managua, justamente donde ahora los elevados volúmenes de tránsito y sus expectativas de crecimiento a mediano y largo plazo, apuntan a exigencias mucho mayores de 40 metros para el ancho de la franja de derecho de vía requerida³.

A manera de ilustración, cabe destacar que para carreteras de la clase A, con volúmenes de diseño de más de 12,000 vpd, el ancho mínimo del derecho de vía en Costa Rica se sitúa en los 60 metros. Cuando los volúmenes de tránsito están comprendidos entre 6,000 y 12,000 vpd, se recomienda la adquisición de una franja de terreno entre 30 y 60 metros de ancho para las condiciones mínimas y recomendables, en tanto que para volúmenes de 2,000 a 6,000 vpd el rango correspondiente oscila entre 30 y 50 metros. Para volúmenes mayores de 400 vpd y menores de 2,000 vpd, la franja de derecho de vía se ubica entre los 25 y 40 metros de ancho.

La provisión de derecho de vía para las carreteras es considerablemente más holgada en Honduras, donde las carreteras denominadas especiales, previstas para atender más de 3,000 vehículos promedio por día, disponen de un ancho de 60 metros, excluyendo desde luego de ese tratamiento por sus particulares requisitos, a las autopistas de todo tipo.

Para las carreteras colectoras, ubicadas en el rango inferior de la clasificación funcional de las red de carreteras regionales, **se considera suficiente disponer de un derecho de vía de 20.0 metros de ancho, que puede ampliarse hasta 30.0 metros de ancho para disponer de una solución más holgada.** Esta franja deberá ampliarse según se requiera para acomodarse a requerimientos especiales del diseño o para facilitar el diseño de las intersecciones con otras vías de similares o mayores exigencias. Las carreteras colectoras están provistas de una calzada de dos carriles, que drenan hacia los lados a partir de la línea central, excepto cuando debido a la sobreelevación requerida por el alineamiento en curva, deben drenar hacia un solo lado. A los 6.6 o 7.2 metros del ancho recomendado de la calzada, se suman hombros que varían de 1.2 a 1.5 metros, para un ancho de corona que varía de 7.8 metros hasta 8.7 metros. Dentro de los 20.0 metros del derecho de vía de las carreteras colectoras hay ancho suficiente, en el caso de terrenos planos o ligeramente ondulados, para el drenaje longitudinal, la instalación de dispositivos para el control del tránsito, la construcción de instalaciones de servicio público y, de manera especial, para proveer taludes suaves que sirvan como zona despejada para facilitar la maniobra de recuperación de los vehículos fuera de curso. A mayor altura del corte o profundidad del terraplén, menor será la disponibilidad de área para operar como zona despejada. La figura 4.11 adjunta muestra la sección típica que se logra inscribir dentro del derecho de vía recomendado.

Para las carreteras troncales del sistema regional, el ancho recomendable del derecho de vía se incrementa hasta los 40.0 metros, con un óptimo recomendable por exceso de 50.0 metros. Con una mediana que puede alcanzar de 6 a 10 metros, según se trate de la alternativa rural o suburbana, pero que será suficiente para la construcción de carriles de giro a izquierda o la realización de maniobras de retorno, habrá dentro de la franja de terreno disponible, espacio suficiente para la construcción de dos calzadas paralelas de 7.2 metros de ancho cada una, con dos carriles por sentido, hombros exteriores de 2.5 metros de ancho y hombros interiores de 1.5 metros, quedando espacio suficiente para acomodar una zona despejada de suficiente amplitud para la

recuperación de vehículos extraviados, además de servir las otras funciones mencionadas al final del párrafo inmediato anterior. Cabe observar que en una eventual necesidad de mayor capacidad para esta sección típica, que muestra la figura 4.12, puede ampliarse la calzada de dos a tres carriles, sacrificando parte de la mediana de 10.0 metros de ancho, que quedaría reducida a 2.8 metros o construyendo los carriles adicionales del lado exterior de cada calzada, para dejar en su función la mediana reducida de 6.0 metros de ancho.

En algunas soluciones, ha sido conveniente y posible ampliar el derecho de vía para construir calles marginales, particularmente en las áreas suburbanas, donde se prefiere separar el tránsito de paso del tránsito local. Las calles marginales se utilizan para recoger y distribuir el tránsito de y hacia las propiedades colindantes, proporcionar estacionamiento en la vía y servir a las comunidades vecinas, liberando a la vía principal de las alteraciones generadas por el movimiento local. Sin embargo, también se reconoce que algunas veces la calle marginal puede construirse dentro de su propio derecho de vía, afectando la disponibilidad de espacio físico para la arteria principal. Cuando los cruces son separados de nivel de la vía principal y se cuenta además con calles marginales, se tiene en principio las condiciones para una vía expresa con control parcial en los accesos, o más bien una autopista.

Donde se enfrenten mayores problemas en la adquisición del derecho de vía para la construcción de una carretera troncal, todavía es posible reducir razonablemente las exigencias de diseño y aceptar una franja de 30.0 metros de ancho. La zona despejada se estrecha de manera sensible en esta solución, razón por la cual habrá que hacer consideraciones particulares según lo requiera el diseño del drenaje longitudinal de la vía, que puede tornarse crítico en las áreas suburbanas.

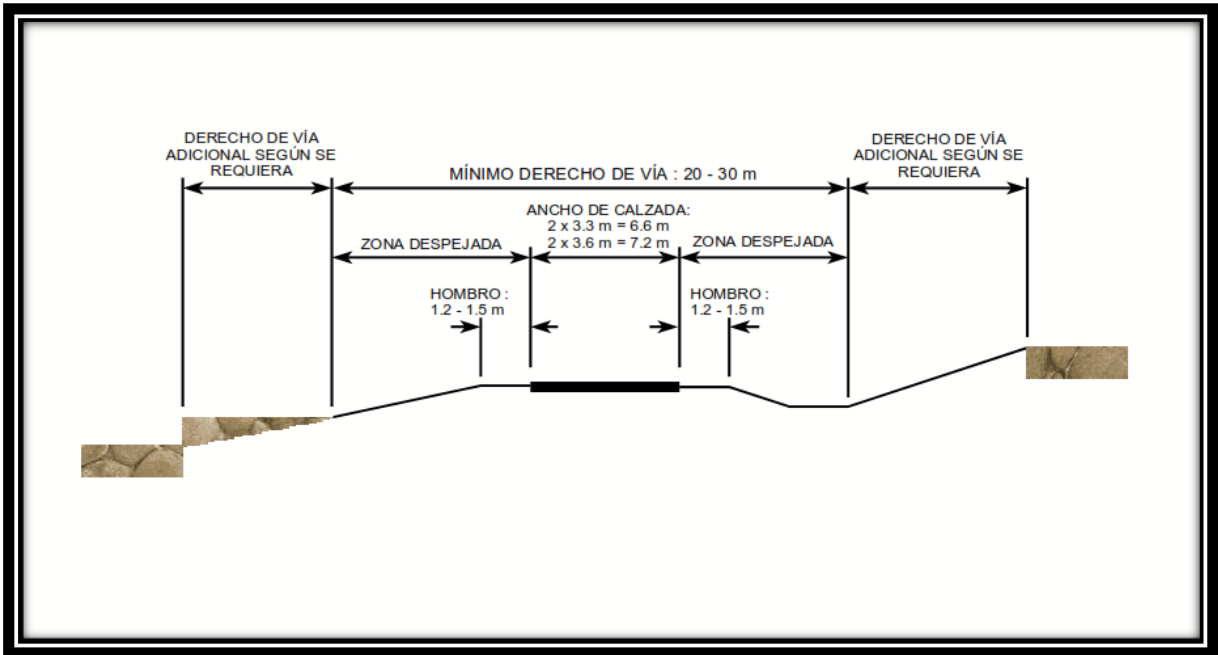


Figura 4.10 Derecho de vía y sección transversal típica de una carretera colectora

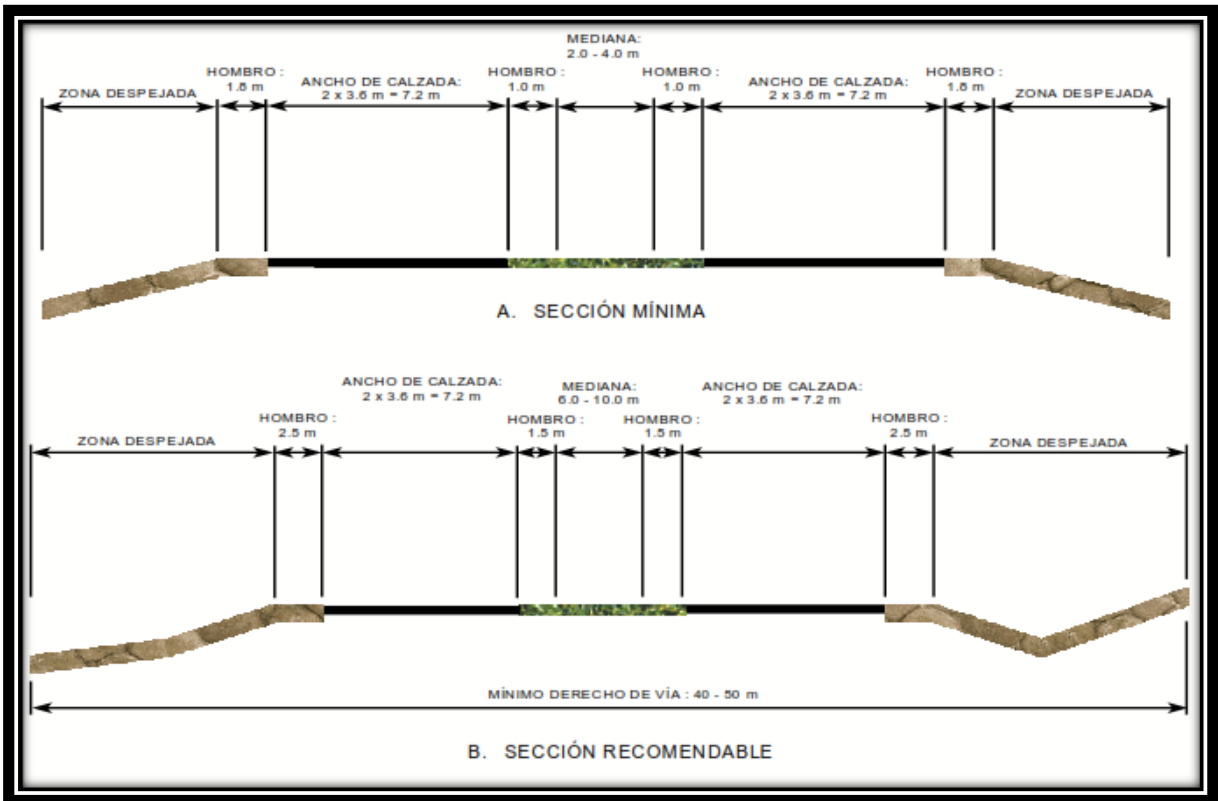


Figura 4.11 Derecho de vía y secciones transversales típicas de una carretera troncal

4.15 DIAGRAMA DE MASAS

Volúmenes de Corte y Relleno

Al graficar la curva de masas, que es un grafico que determina la acumulación de volúmenes de corte y relleno según la distancia al punto de partida u origen como podemos observar en la figura de masas anexa. El corte se suele considerar positivo y el relleno negativo. El volumen de cada uno de ellos está dado en metros cúbicos.

En las curvas de masas se establece el sentido de movimiento del material, determinando así el sentido de movimiento de la maquinaria, para lo cual tendremos que determinar las distancias de acarreo libre y de sobre acarreo.

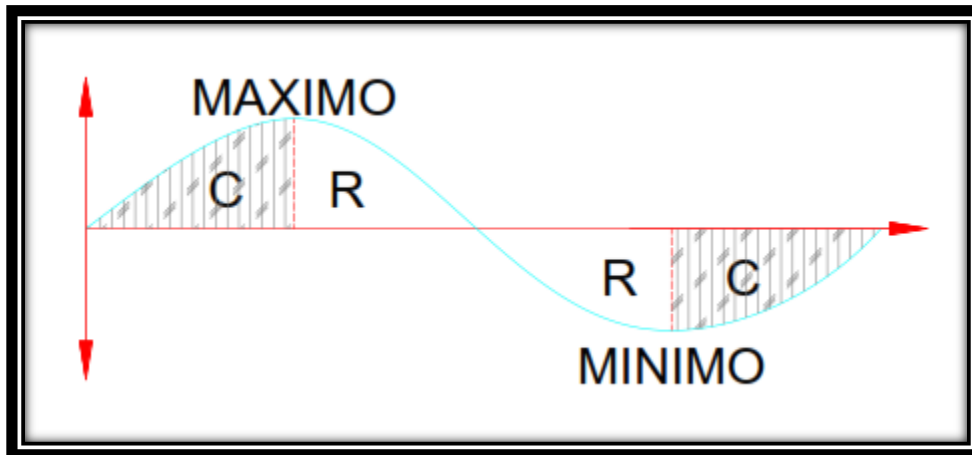


Figura 4.12 Corte y Relleno en la curva masa

El corte: está dado por la curva ascendente, la mayor o menor inclinación de ésta determinará la rapidez del corte máximo o mínimo.

El relleno: una curva descendente nos indica el relleno, la pendiente nos indica la mayor o menor rapidez de relleno.

Punto máximo: Nos indica el cambio de corte a relleno.

Punto mínimo: Nos indica el cambio de relleno a corte

Punto de balance: indica cantidades iguales tanto de corte como de relleno.

En el eje de las coordenadas se marca el volumen de corte y relleno y la escala más usada es $1\text{mm}=2000\text{m}^3$, para proyectos grandes y para proyectos pequeños la escala más usada es $1\text{mm}=200\text{m}^3$.

En el eje de las abscisas se va marcando las estaciones cada 20 metros pero en nuestro caso se puede ir marcando a cualquier intervalo por la facilidad y manejabilidad que permite el programa AutoCAD Civil 3D versión 2012.

4.16 GENERALIDADES DE AUTOCAD CIVIL 3D 2012

Entre los programas que se utilizan para los trabajos de Ingeniería Civil, Agrícola, Sanitaria, Hidráulica y afines, en el mundo de la construcción y elaboración de estudios es **AutoCAD Civil 3D 2012 (Metric)**, su modelo de Ingeniería dinámica proporciona potencia para completar hasta un 50% más rápidos proyectos de caminos, paisajismo, alcantarillados, plataformas y muchos otros tipos de proyectos de Ingeniería. Superficies, secciones transversales, alineamientos, perfiles, rasantes, sub rasantes, cunetas, contra cunetas y más se vinculan dinámicamente, agilizando y facilitando la evaluación de múltiples alternativas, la toma de mejores decisiones y la producción de planos actualizados.

A continuación se presenta un manual del uso adecuado del programa potentísimo **AutoCAD Civil 3d 2012 (Metric)**, para que todas aquellas personas relacionadas con la topografía puedan hacer uso de éste, y desarrollar más su capacidad intelectual y toma de decisiones al momento de realizar un proyecto de Ingeniería y Construcción.

La tecnología con la que trabaja, no puede ser comparada con las de otros software que existen en el mercado debido a la gran cantidad de herramientas que éste posee como también la gran potencia y rapidez con la cual se trabaja en dicho programa.

EN RELACION AL SISTEMA

Al abrir el programa de **AutoCAD Civil 3D 2012 (Metric)** se nos despliega la siguiente pantalla mientras carga:



Figura 4.13 Pantalla de Inicio de AutoCAD Civil 3D

AutoCAD Civil 3D 2012 (Metric) nos proporciona opciones de ingreso:



: Proporciona comandos relacionados con el dibujo, como Nuevo, Abrir, y recuperar. Se puede acceder al menú de aplicación desde el botón situado en la esquina superior izquierda de la ventana de aplicación.



: Nos muestra una cinta de comandos de accesos rápidos.

VENTANA PRINCIPAL

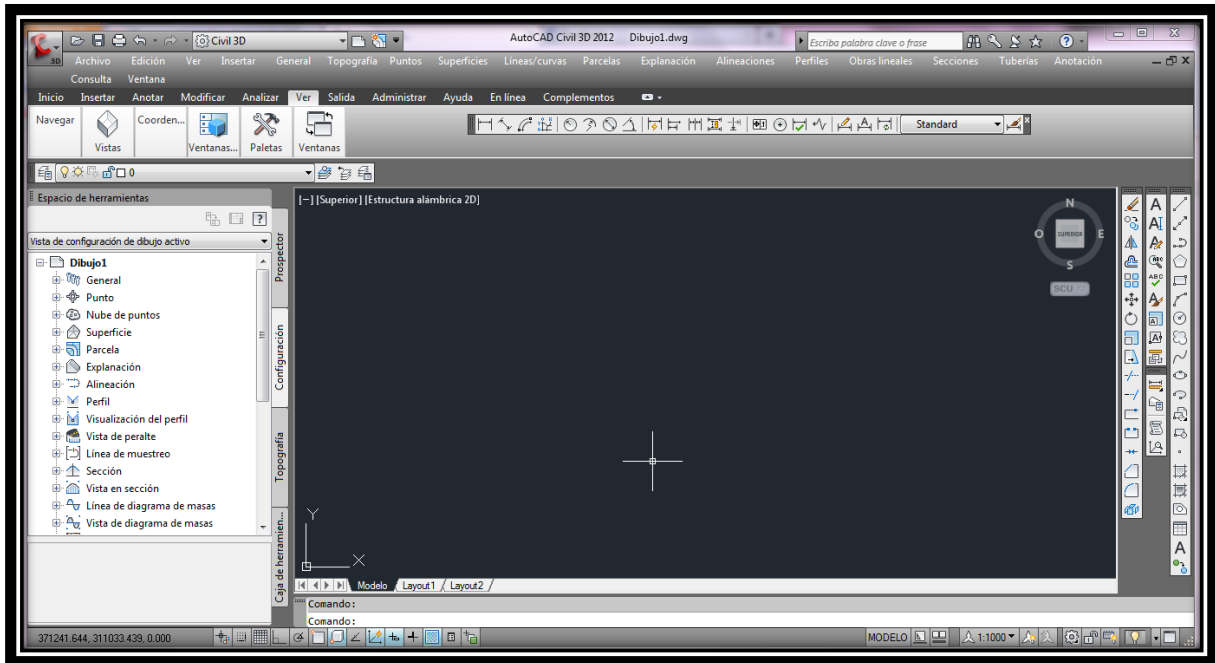


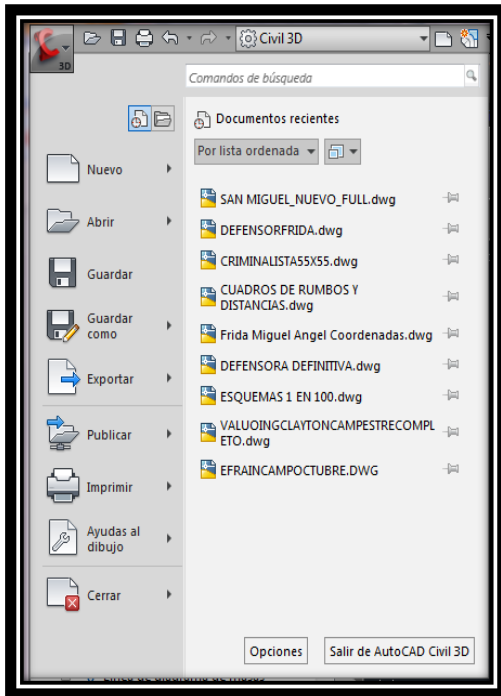
Figura 4.14 Ventana Principal de AutoCAD Civil 3D

Se presenta la ventana principal de **AutoCAD Civil 3D 2012 (Metric)** mejora el entorno de Autocad estándar con herramientas adicionales para crear y administrar información de diseño a trabajar.

Los elementos estándar de Autocad, como la línea de comando y el espacio de diseño funcionan de la misma forma en AutoCAD Civil 3d 2012 (Metric) que en AUTOCAD.

Antes de comenzar a usar el programa conoceremos mejor la ventana principal del usuario, ya que es muy importante que se conozcan las partes principales de ésta.

1.0 Menú de aplicación:



: Nos proporciona 2 columnas en las cuales

La primera: comandos relacionados con el dibujo, como Nuevo, Abrir, y recuperar. Se puede acceder al menú de aplicación desde el botón situado en la esquina superior izquierda de la ventana de la aplicación.

La segunda: nos muestra los dibujos existentes, en los cuales podemos verlos como formato dwg, o como imagen o como imagen.

2.0 Comandos de accesos rápidos



Nos muestra una cinta de comandos de accesos rápidos, en los cuales AutoCAD nos da la posibilidad de adicionar los comandos en esta cinta.

3.0 Cinta de Opciones: también conocida como RIBBON

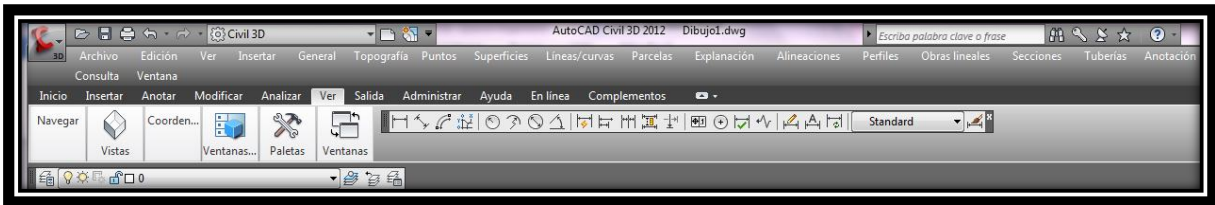


Figura 4.15 Cinta de Opciones de AutoCAD Civil 3D

Los comandos y los elementos de Autocad Civil 3D 2012 (Metric) están disponibles en la cinta de opciones:

PRESENTACION DE LA CINTA DE OPCIONES DE AUTOCAD CIVIL 3D 2012

La cinta de opciones de AutoCAD Civil 3D 2012 es la interfaz de usuario primaria para acceder.

Los comandos disponibles en la cinta de opciones se organizan en fichas. Cada ficha se organiza en una serie de grupos, etiquetados por tarea.

Fichas estáticas de la cinta de opciones:

Entre las fichas estáticas de la cinta de opciones de AutoCAD Civil 3D 2012 se incluyen Inicio, Insertar, Anotar, Modificar, Analizar, Ver, Salida, Administrar, Ayuda. Las fichas estáticas de la cinta de opciones se muestran siempre que la cinta de opciones esté activada y contienen la mayoría de las funciones de los menús desplegables de la barra de menú y de las barras de herramientas. Las fichas estáticas de la cinta de opciones tienen un color de fondo gris.

4.0 Etiquetas Contextuales:

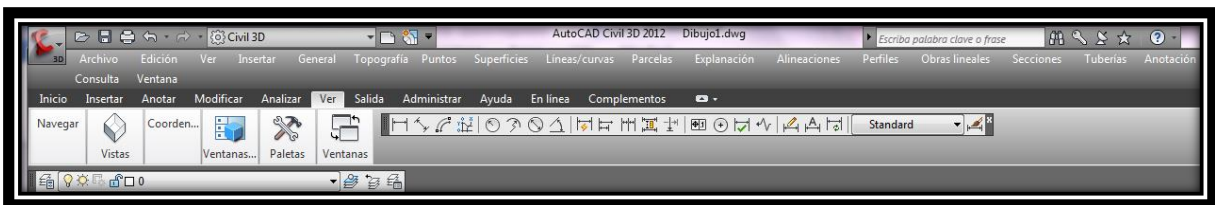


Figura 4.16 Etiquetas Contextuales de AutoCAD Civil 3D

Fichas contextuales de la cinta de opciones:

Las fichas contextuales de la cinta de opciones se muestran automáticamente al seleccionar un objeto o invocar un comando específico del objeto. Por ejemplo, al seleccionar un objeto de red de tuberías, se muestra la ficha contextual de Red de tuberías.

Las fichas contextuales contienen comandos relacionados con el objeto actualmente seleccionado. La mayoría de las fichas contextuales se pueden cerrar simplemente anulando la selección del objeto.

AutoCAD Civil 3D 2012 contiene las fichas contextuales siguientes:

Alineación

Ensamblaje

Punto COGO

Obra lineal

Explanación

Intersección

Etiqueta

Línea de diagrama de masas

Perfil

Visualización del Perfil

Parcela

Maquetación de planos

Red de tuberías

Objeto proyectado

Línea de muestreo

Sección

Plano de sección

Vista en sección

Sub ensamblaje

Superficie

Topografía, etc.

5.0 Espacio de herramientas.

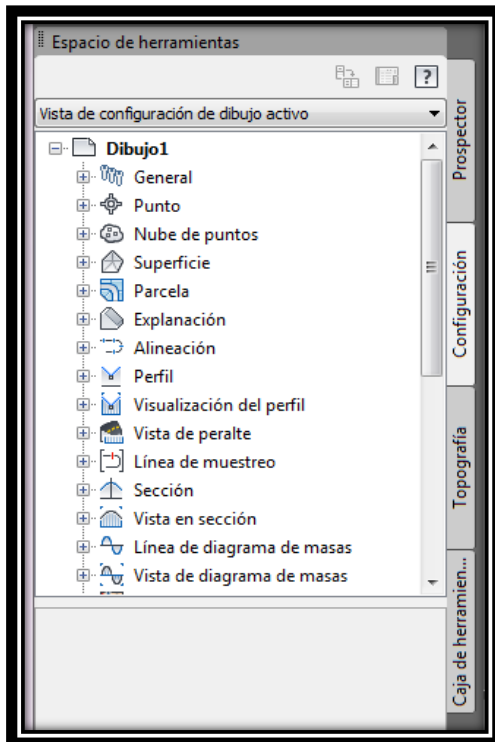


Figura 4.17 Espacio de Herramientas

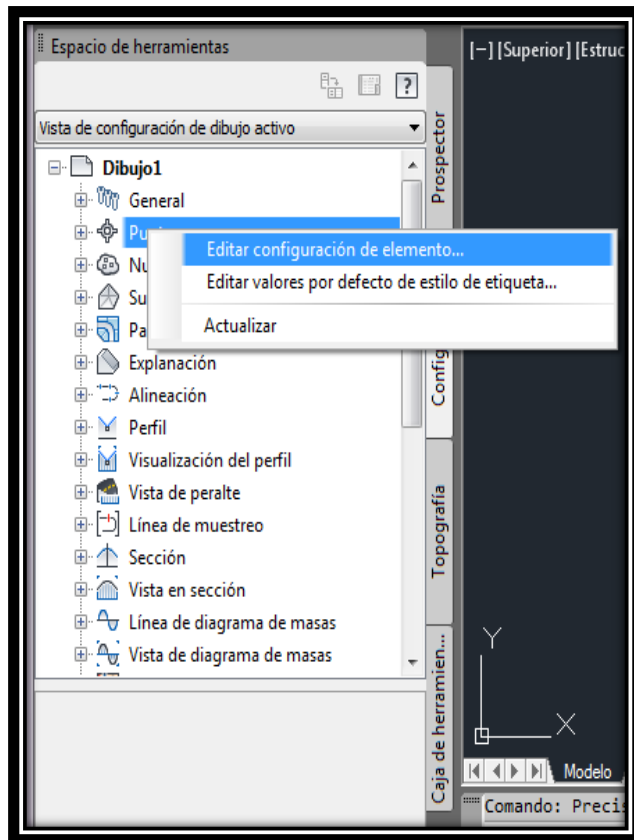
La ventana Espacio de Herramientas es un componente integral de la interfaz de usuario que permite acceder a comandos, estilos y datos. Utilícela para acceder a las fichas **Prospector, Configuración y Topografía**.

En esta barra tenemos toda la información de nuestro proyecto: Puntos, Superficies, Alineamientos, Perfiles, Secciones, Corredores, Parcelas, etc. Desde aquí se puede controlar y editar las propiedades de todos los objetos.

Haga clic en el botón derecho en cada colección o elementos de estas fichas para acceder a comandos.

También contiene todas las configuraciones y estilos de objetos, plantillas de dibujo, desde aquí podemos editar los estilos como son: capas (layers), colores, estilos de texto, etiquetas, visualización, etc.

Estructura de árbol.



Los árboles del Espacio de Herramientas permiten mostrar elementos en una estructura jerárquica. Cada uno de los elementos que contiene otro por debajo de él en el árbol constituye una colección. Por ejemplo, en la ilustración Puntos, editar la configuración del elemento son todas colecciones. El símbolo que se muestra en el nodo del árbol, en el extremo izquierdo de cada nombre de colección, ofrece información sobre la visualización de los elementos de la colección.

Figura 4.18 Estructura de Àrbol

LA FICHA PROSPECTOR:

La fichas prospector es una ficha por defecto de la ventana Espacio de Herramientas y está disponible si se muestra el Espacio de Herramientas.

En esta ficha, todos los objetos del dibujo o proyecto están dispuestos en una jerarquía que se explora de una forma estándar, al estilo del Explorador de Windows.

Control de los elementos mostrados en el árbol del prospector.

La lista desplegable situada en la parte superior de la ficha Prospector permite controlar qué elementos se muestran en el árbol del prospector.

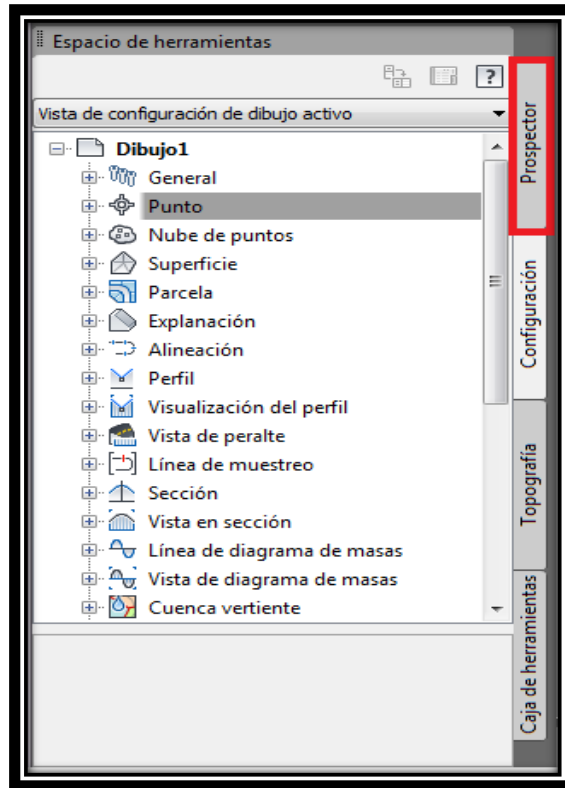


Figura 4.19 Ficha Prospector

LA FICHA CONFIGURACION:

La ficha configuración se puede utilizar para administrar los estilos de objeto de AutoCAD Civil 3D 2012 y controlar la configuración de los dibujos y comandos.

En esta ficha se organizan los estilos de diferentes tipos de objetos. Aún en un dibujo en blanco, la mayor parte de estos estilos están presentes en una jerarquía estándar. Puede crear y modificar estilos en un dibujo y guardar éste como una plantilla. Los dibujos posteriores basados en la plantilla tendrán disponibles automáticamente el mismo conjunto de

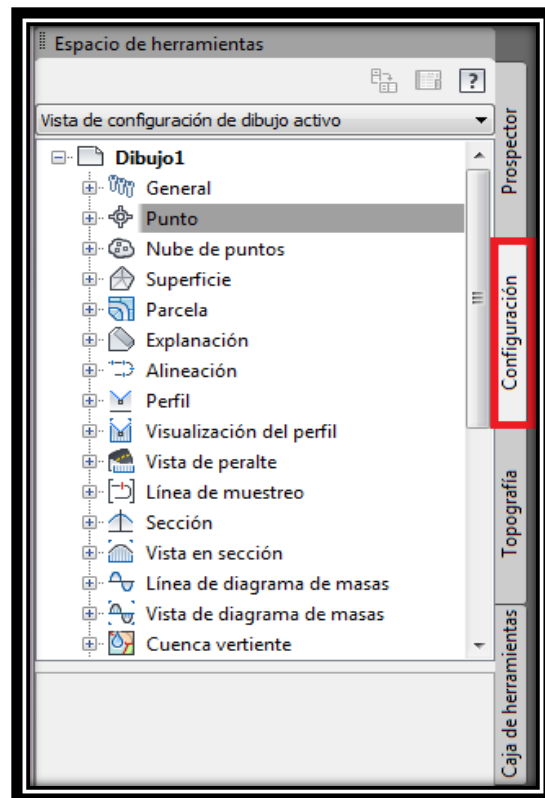
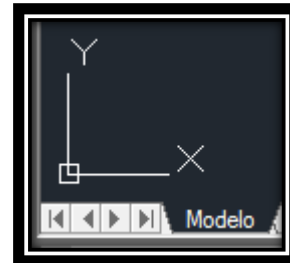


Figura 4.20 Ficha Configuración

estilos. Puede modificar los estilos de objeto, etiqueta y tabla. También puede controlar la configuración de los dibujos y los comandos.

6.0 Sistemas De Coordenadas

Nos muestra los ejes coordenados, el cual nos permite ver en qué sistema estamos, si en 2D o en 3D.



A la vez podemos ver las coordenadas x, y, z en la parte inferior izquierda.



Figura 4.21 Coordenadas en AutoCAD Civil 3D

7.0 Menú Contextual

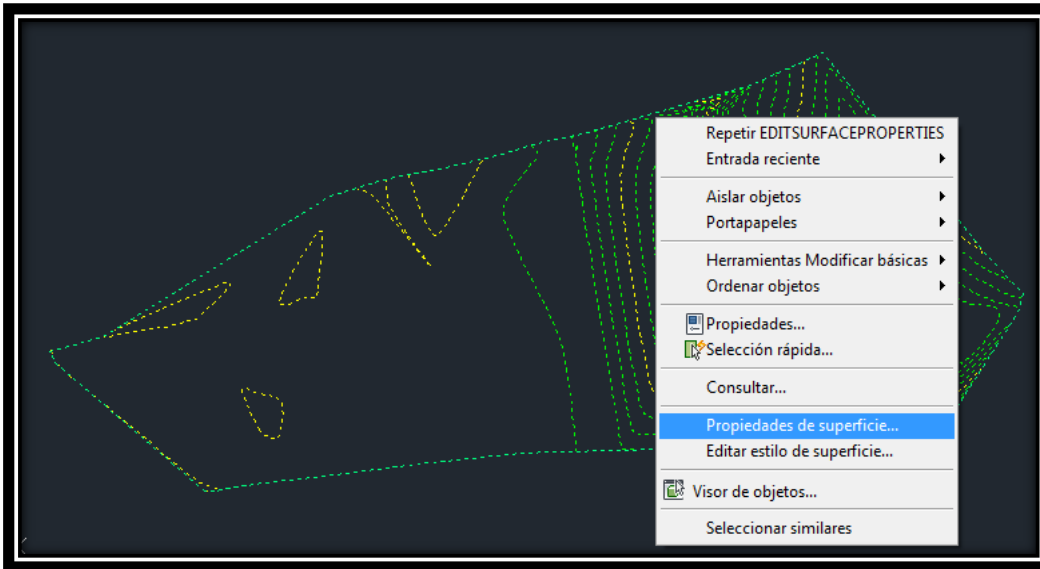
Este menú contextual nos aparece cuando seleccionamos un objeto y al hacer clic derecho del mouse, ya sea línea, polilínea, alineamiento, perfiles, secciones, parcelas, explanaciones, etc.

En la cual nos da las opciones específicas para este objeto:

Si se tratara de curvas de nivel, se nos dará todo lo concerniente a las curvas de nivel. De esta manera nos da los menús más rápidamente, sin necesidad de estarnos dirigiéndonos a la ficha Prospector;

Barra de comandos





Zona o Área de dibujo

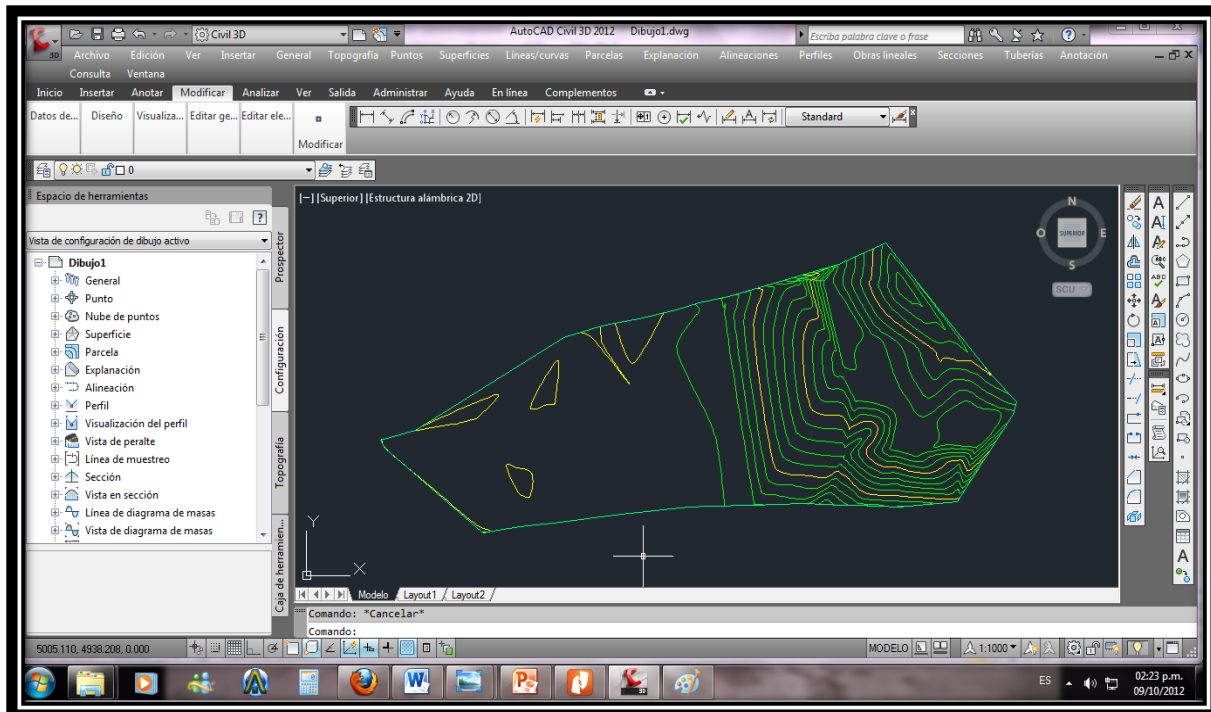


Figura 4.22 Área de dibujo de AutoCAD Civil 3D

- Sistema de coordenadas disponibles
- Código de sistema de coordenadas seleccionado
- Descripción Proyección
- Cota de referencia

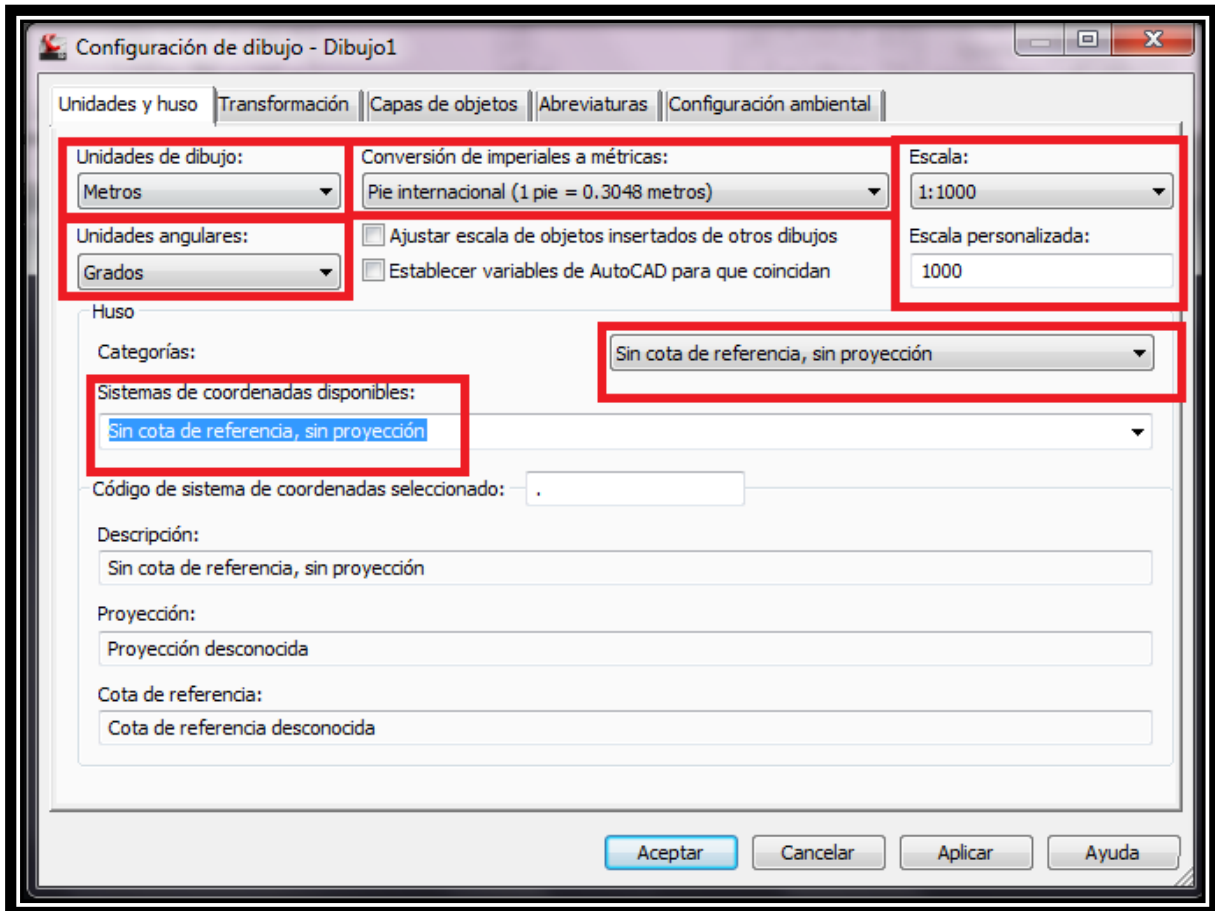


Figura 4.24 Configuración de parámetros de dibujo

Una vez elegidos estos parámetros damos aceptar y tenemos creado nuestro proyecto.

Luego digitamos “REFENT” en la barra de Comando y nos aparecerá la siguiente ventana:

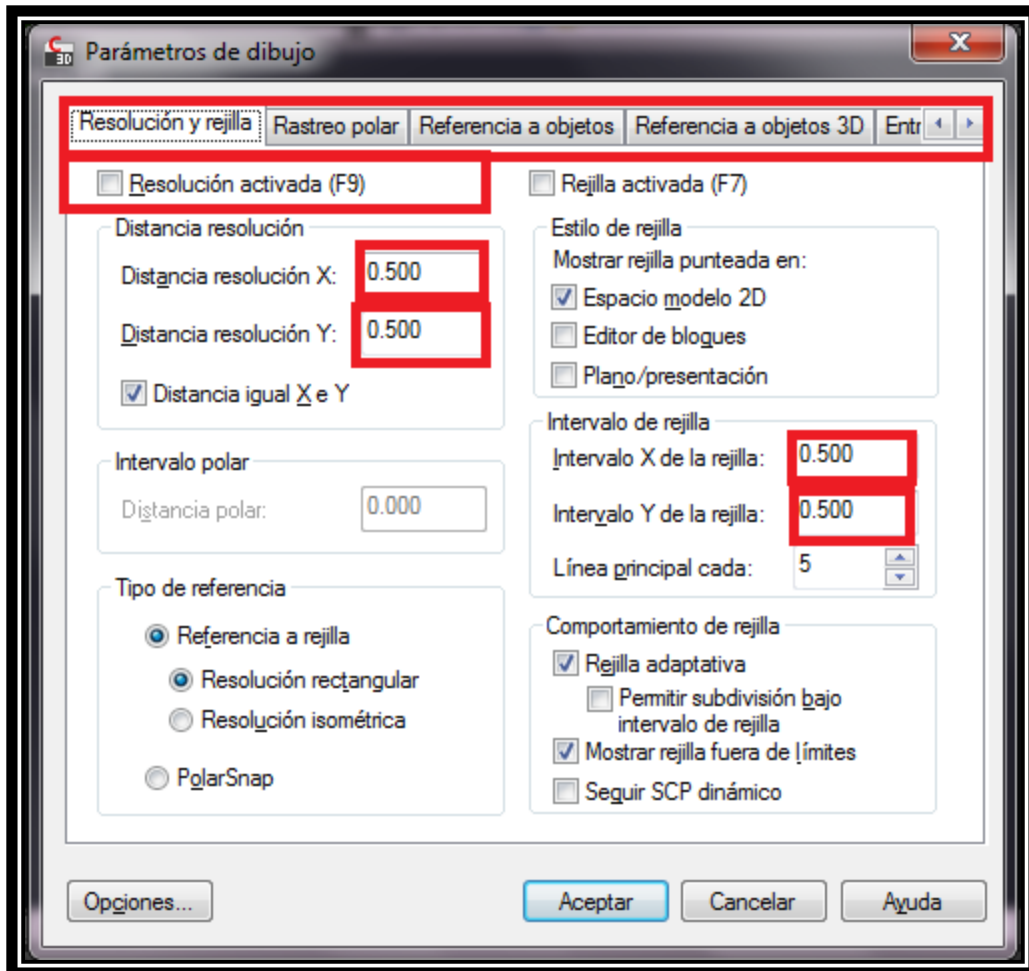


Figura 4.25 Parámetros de dibujo

En esta venta elegiremos algunos parámetros importantes a lo largo de la realización de nuestro dibujo como la **Resolución y rejilla y la Referencia a objetos**.

En la venta anterior activaremos la **Resolución activada (F9)**, La distancia de la resolución en X y Y se la cambiaremos a 0.000001 como también el Intervalo X de la rejilla y Y se lo modificaremos a 0.000001 para que sea mucho más preciso al momento de unir puntos encontrar puntos medios, etc. Y nos quedará de la siguiente manera:

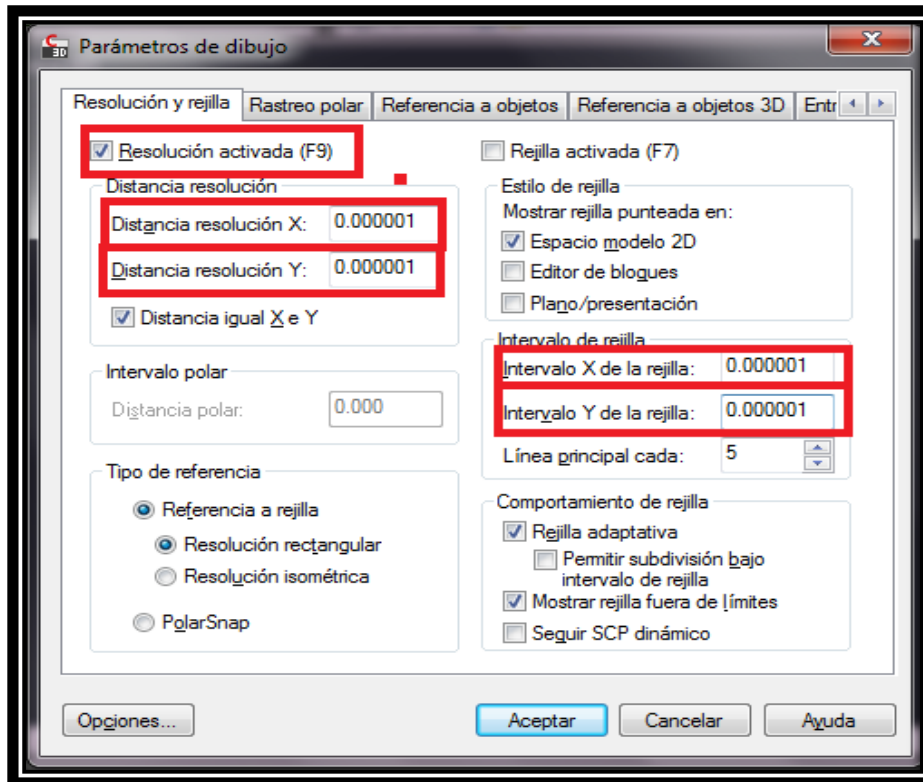


Figura 4.26 Clic en Referencia de Objetos

Después damos clic izquierdo en Referencia a objetos

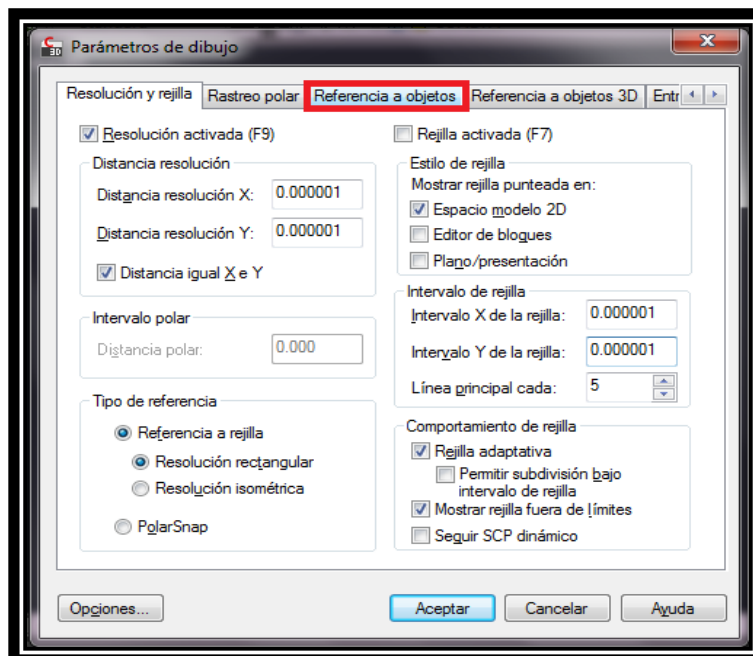


Figura 4.27 Referencia de Objetos

Y nos mostrará la siguiente ventana:

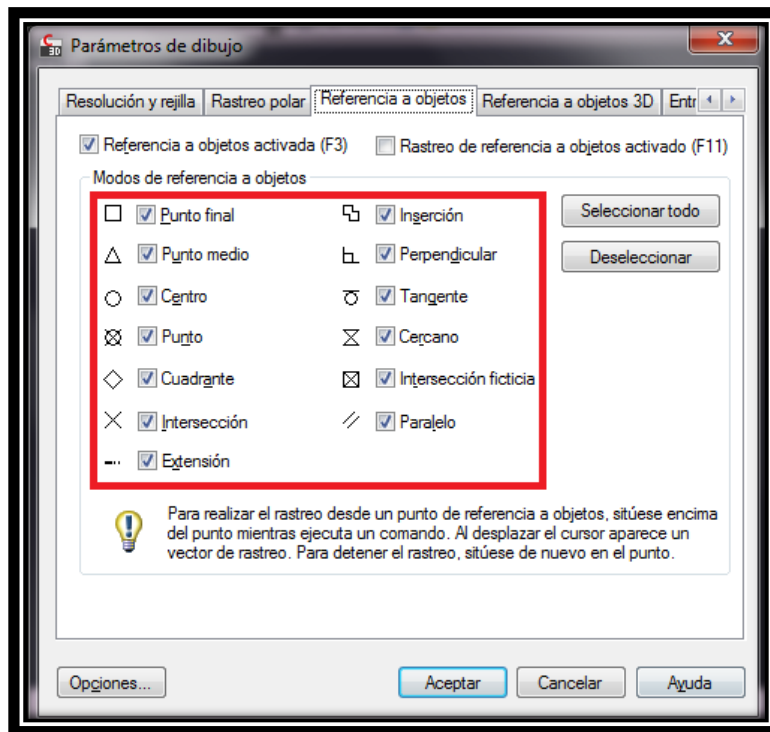


Figura 4.28 Parámetros de ajuste de líneas al momento de unirlos

Dependiendo de lo que estamos haciendo en nuestro dibujo elegimos los siguientes parámetros:

Punto final: nos sirve cuando nos posicionamos y nos avisa que estamos llegando a un punto final y nos aparece un cuadrado señalando que estamos en un punto.

Punto medio: nos facilita reconocer un punto medio de una línea y nos aparece cuando estamos en él un triángulo.

Centro: nos proporciona información cuando nos acercamos con el cursor al centro de algún círculo o queremos saber de dónde se está acotando algún radio de curva, etc.

Una vez elegidos todos los parámetros dentro del recuadro damos clic izquierdo en aceptar.

4.17.1 Guardar Archivo en AutoCAD Civil 3D 2012

Para nombrar nuestro proyecto lo hacemos de la siguiente manera:

Primero damos clic izquierdo sobre el ícono de AutoCAD Civil 3D 2012

Después nos desplazamos hasta **Guardar Como**

Se nos desplegará una pantalla en donde podemos ver los diferentes formatos con los cuales podemos guardar nuestro dibujo



Figura 4.29 Guardar como en AutoCAD Civil 3D 2012

Posteriormente nos aparecerá la siguiente ventana:

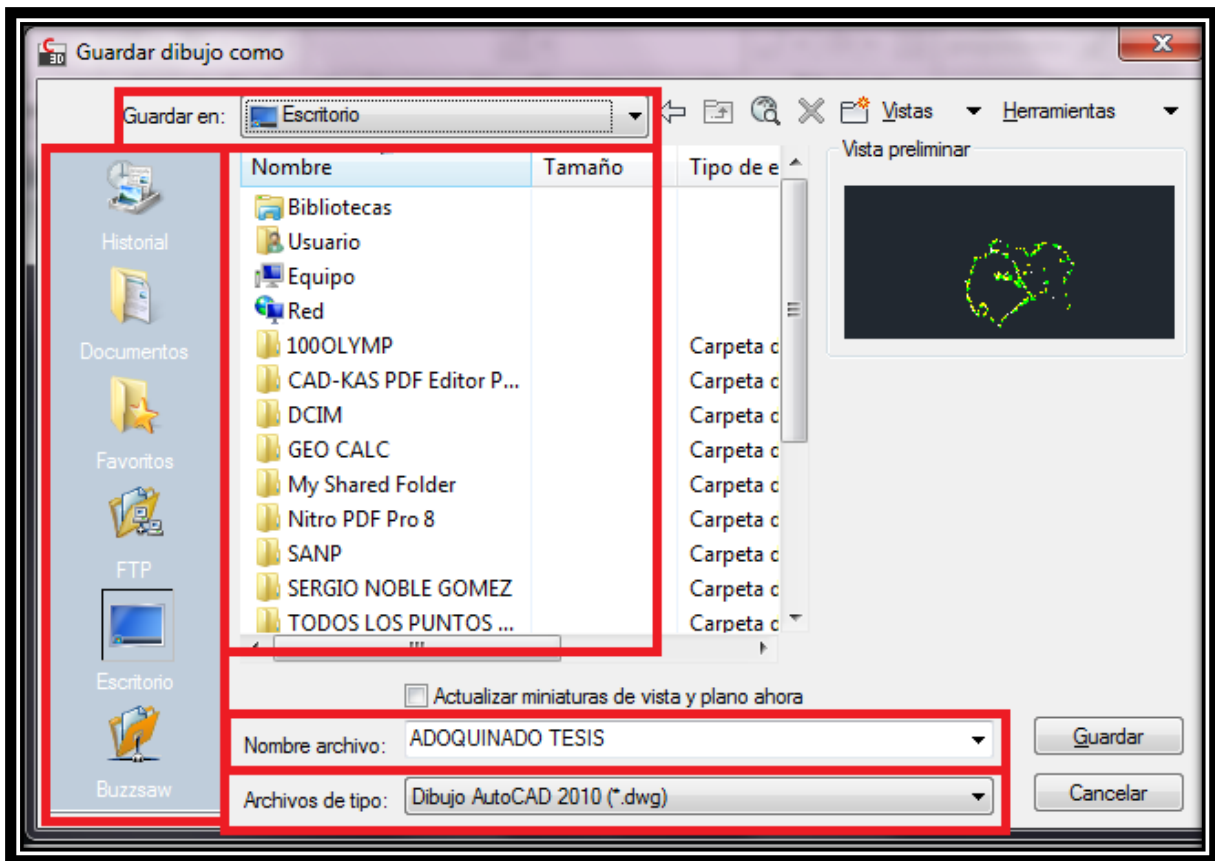


Figura 4.30 Elección de ruta donde se guardará el archivo de dibujo

En donde elegiremos nuestra ruta en donde guardaremos nuestro Proyecto en **Guardar en.**

Le colocaremos el nombre a nuestro proyecto en **Nombre archivo.**

También elegimos el tipo de archivo en **Archivos de tipo.**

Finalmente elegidos estas condiciones damos clic izquierdo en **Aceptar.**

4.17.2 Selección de Estilo de Punto en AutoCAD Civil 3D 2012

Ahora elegiremos el estilo de punto de AutoCAD lo hacemos de la siguiente manera:

Digitamos “DDPTYPE” en la barra de comandos y se nos desplegará la siguiente ventana:

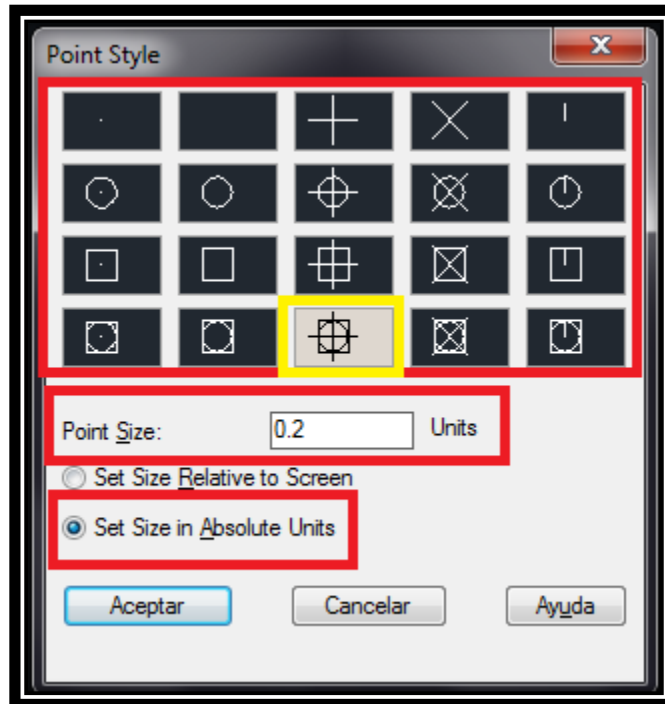


Figura 4.31 Estilo de Punto

En esta ventana podemos elegir el estilo de punto que deseamos según sea el caso de nuestro proyecto en el nuestro elegiremos e que está dentro del rectángulo amarillo.

En **Point Size** elegimos el tamaño de punto respecto a la escala con la cual estamos trabajando.

Elegimos **Set Size in Absolute Units** ya que no queremos que nuestro punto esté cambiando de tamaño cada vez que estemos moviendo el mouse.

Dejamos libre **Set Size Relative to Screen** porque no queremos que sea relative nuestro tamaño de punto sino que sea absolute.

Elegido todos los parámetros antes mencionados damos clic izquierdo en **Aceptar**.

4.17.3 Selección del Estilo de Texto de nuestro proyecto.

Damos clic izquierdo en **Estilo de Texto**

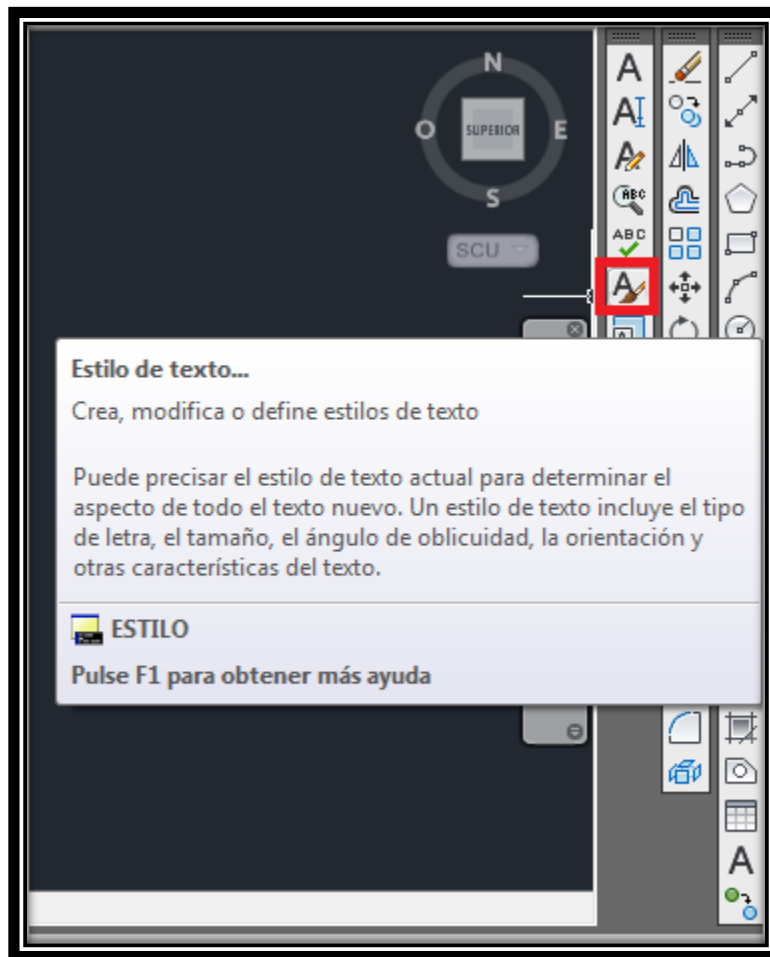


Figura 4.32 Estilo de Texto

Se nos desplegará la siguiente ventana:

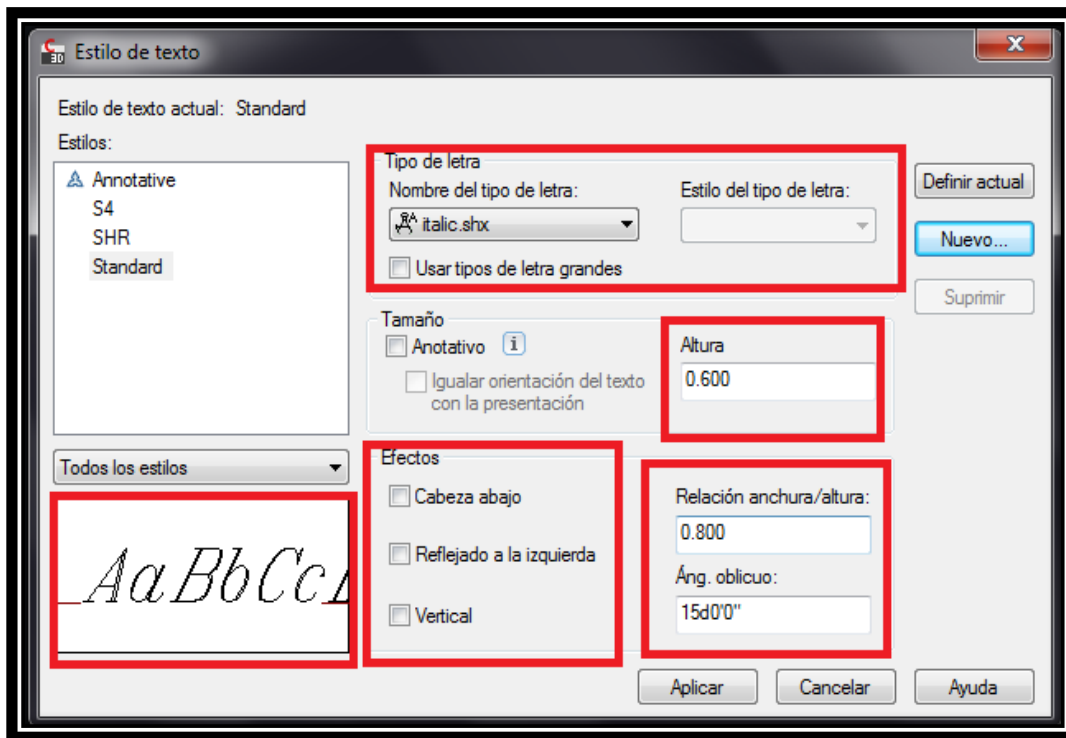


Figura 4.33 Parámetros de Estilo de texto

En esta ventana elegimos los siguientes parámetros:

En **Tipo de letra** elegimos el estilo de texto que deseamos para nuestro proyecto

En **Altura** la altura del texto según la escala que estamos trabajando.

En **Relación anchura/altura** elegimos un factor con el cual el texto no se deforme de manera extrema ni que tenga mayor altura respecto a lo ancho como tampoco sea de manera viceversa.

En la casilla de **Efectos** depende de nuestro dibujo si lo necesitamos y al lado izquierdo de esta casilla se encuentra la vista preliminar como vamos modificando nuestro texto respecto a los parámetros que estamos modificando.

Cuando ya hayamos elegido los parámetros antes mencionados damos clic izquierdo en **Nuevo** y se nos despliega la siguiente ventana para nombrar y guardar nuestro estilo de texto:

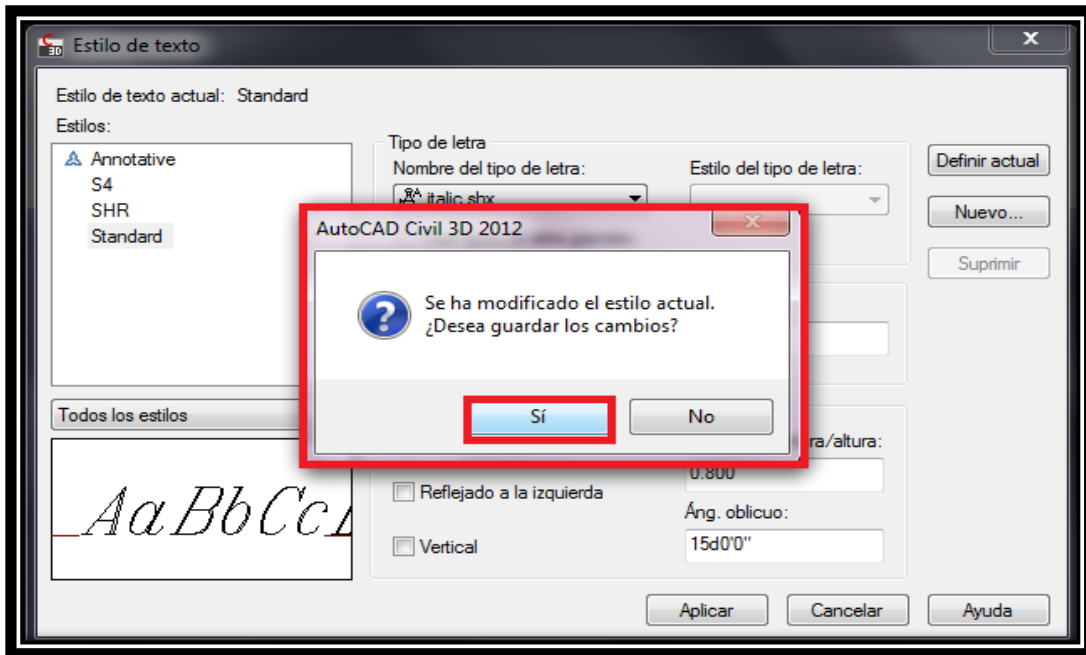


Figura 4.34 Caja de Diálogo de para aceptar el Estilo de Texto creado

En esta ventana nos dice que hemos modificado el estilo de texto actual y si deseamos guardar los cambios que hemos realizado, damos clic izquierdo en **Sí**.

Y nos presenta la siguiente ventana:



Figura 4.35 Caja de diálogo para asignarle un nombre al estilo de texto

En esta ventana tendremos que colocar el nombre a nuestro estilo de texto en nuestro caso le pondremos **ADOQUINADO**.

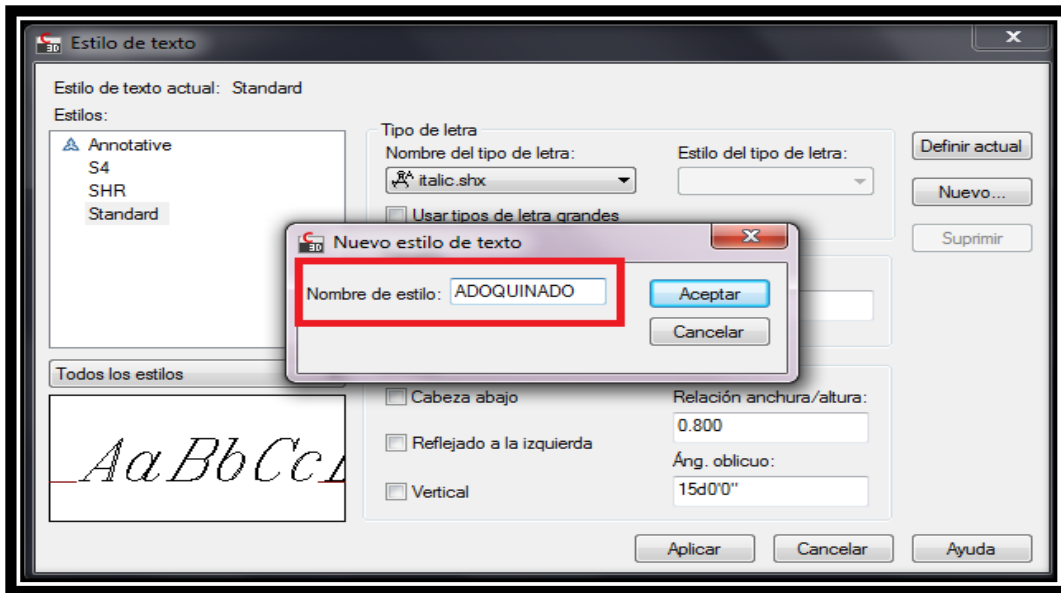


Figura 4.36 Asignación del nombre del Estilo de Texto

Cuando ya hemos colocado nombre a nuestro estilo damos clic izquierdo en **Aceptar** y nos presenta la siguiente ventana:



Figura 4.37 Caja de diálogo donde ya está definido el estilo de texto creado

Damos clic izquierdo en **Definir actual** y cómo podemos ver en la parte izquierda en donde tenemos nuestra lista de estilos se nos presenta el que hemos creado “**ADOQUINADO**”, después damos clic izquierdo en Cerrar y tenemos creado nuestro estilo de texto.

4.17.4 Creación de Capas

Para crear las capas que necesitaremos en nuestro dibujo damos clic izquierdo en **Administrador de propiedades de capas**.

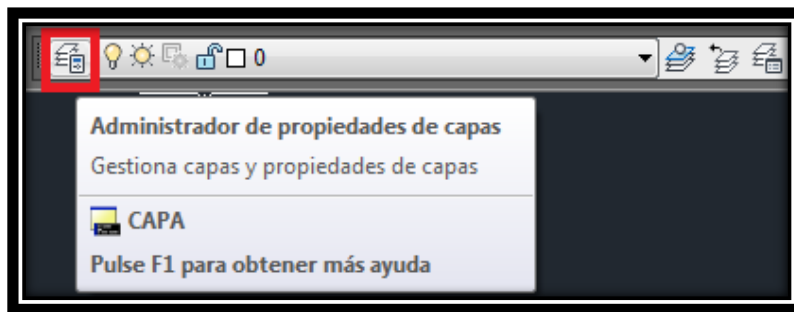


Figura 4.38 Icono para crear capas

Cuando damos clic izquierdo en **Administrador de propiedades de capas** se nos desplegará la siguiente ventana:

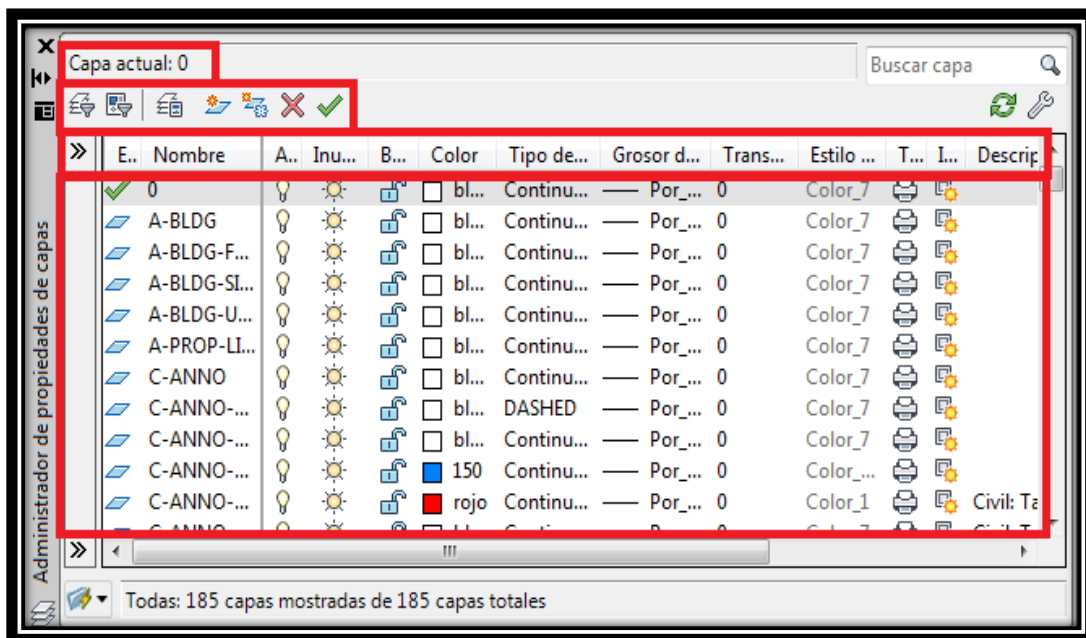


Figura 4.39 Caja de diálogo para crear las capas

La ventana anterior es la que nos sirve para crear nuestras capas, colocarles nombres, activarlas, inutilizarlas, bloquearlas, elegirles un color, elegirles determinado estilo de línea para las capas, grosores de líneas.

Daremos clic izquierdo en **Nueva Capa**

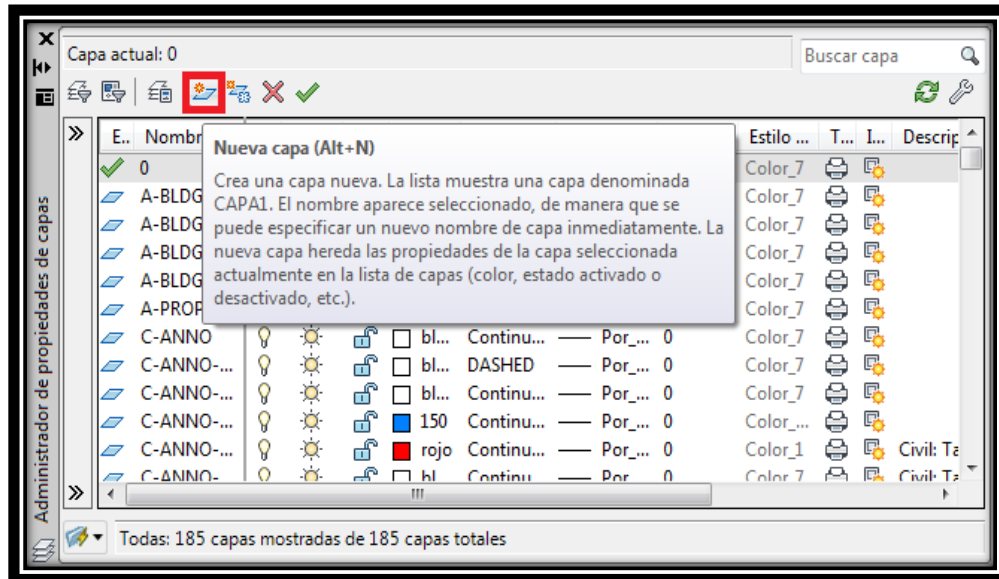


Figura 4.40 Icono de nueva capa

Se nos presentará la siguiente ventana:

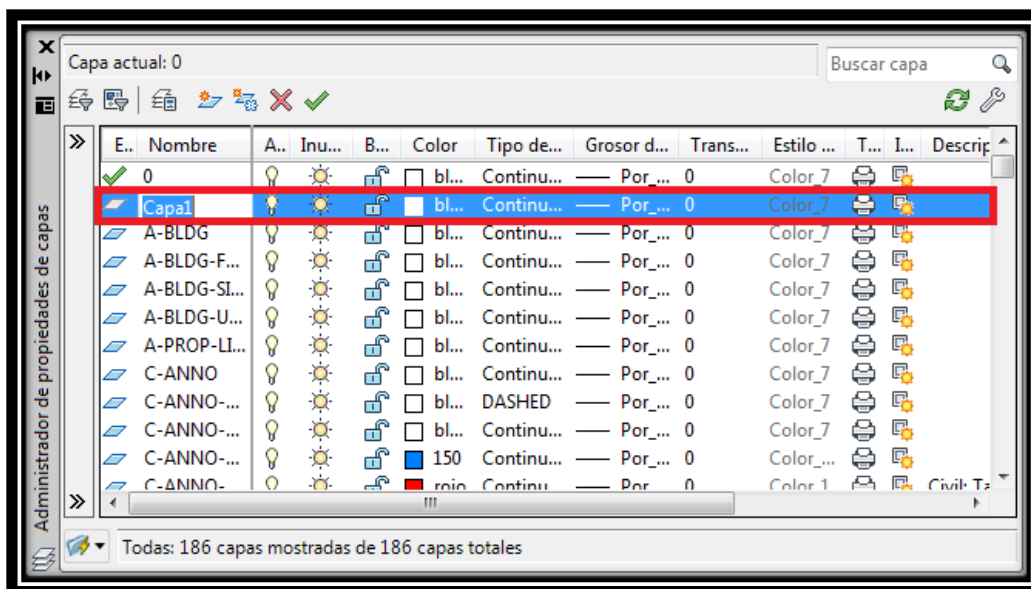


Figura 4.41 Selección de capa 1

Si observamos nos aparece **Capa 1** que es la primera capa que crearemos así sea necesario el número de capa nos aparecerá **Capa 2, Capa3, Capa4, etc.**

Damos clic izquierdo en donde dice Capa 1 y colocamos el nombre a nuestra primera capa como también elegimos un color y un estilo de línea, como se muestra en la siguiente figura:

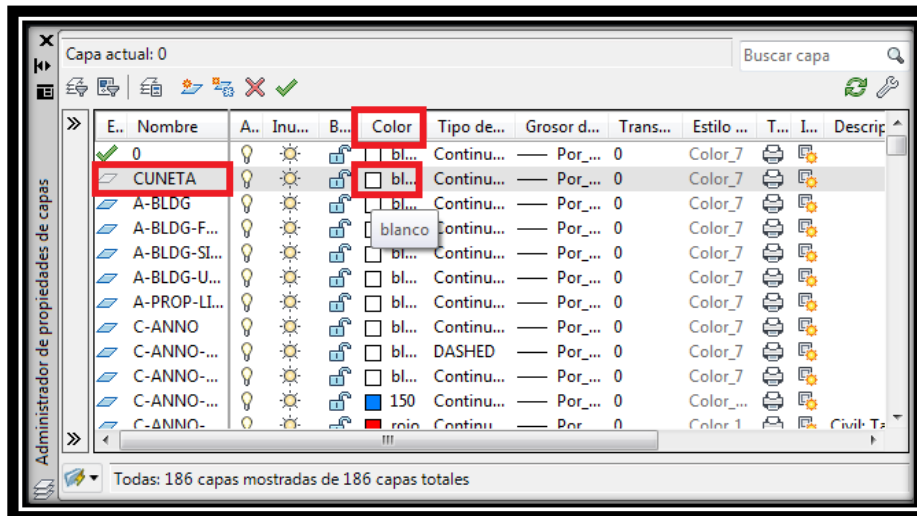


Figura 4.42 Colocación del nombre de la nueva capa

En la venta colocamos nombre a nuestra capa en este caso le hemos colocado **CUNETA** elegimos un color como podemos ver damos clic izquierdo en el color que tiene actualmente y se nos desplegará la siguiente ventana:

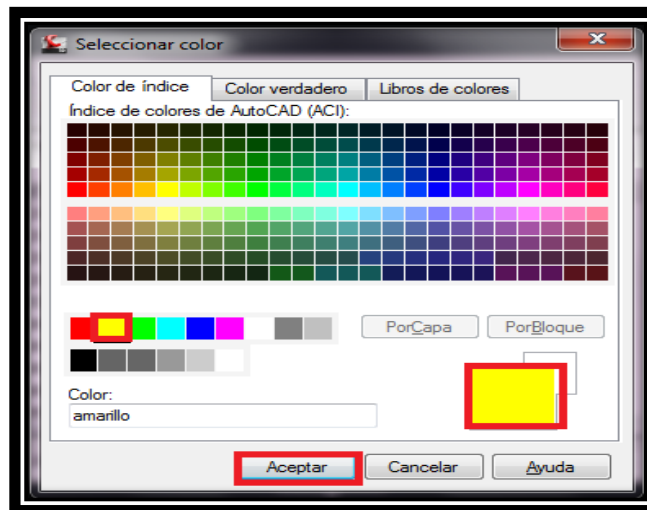


Figura 4.43 Selección del color de la nueva capa

Elegimos un color en este caso hemos elegido el color amarillo y damos clic izquierdo en **Aceptar** y nos aparecerá la siguiente ventana.

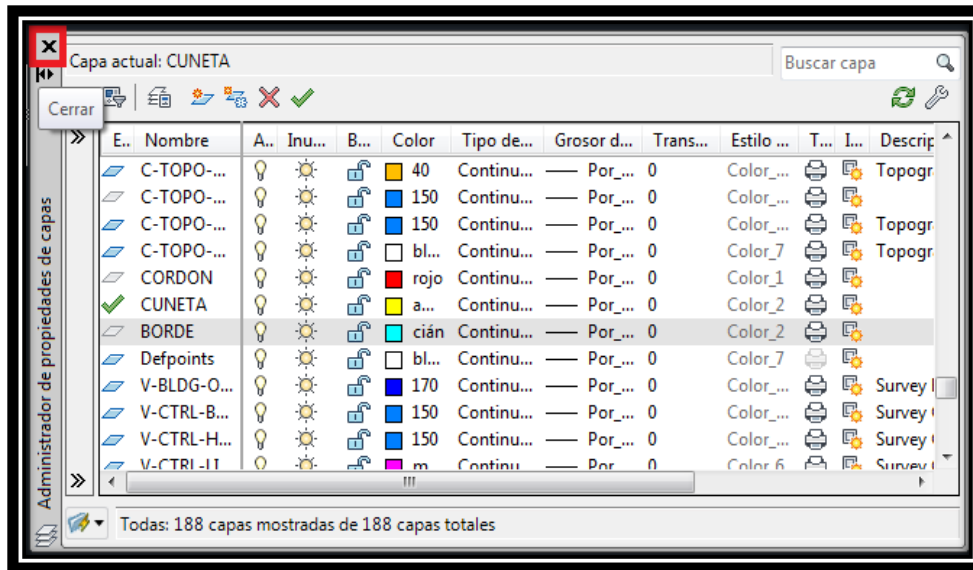


Figura 4.44 Aceptar los cambios

Damos clic izquierdo en **cerrar** validando los cambios que hemos hecho y tenemos creadas nuestras capas las cuales las utilizaremos en el dibujo.

4.18 IMPORTAR PUNTOS

Primero elegiremos un estilo básico de puntos, damos clic izquierdo en la ficha de **Configuración**

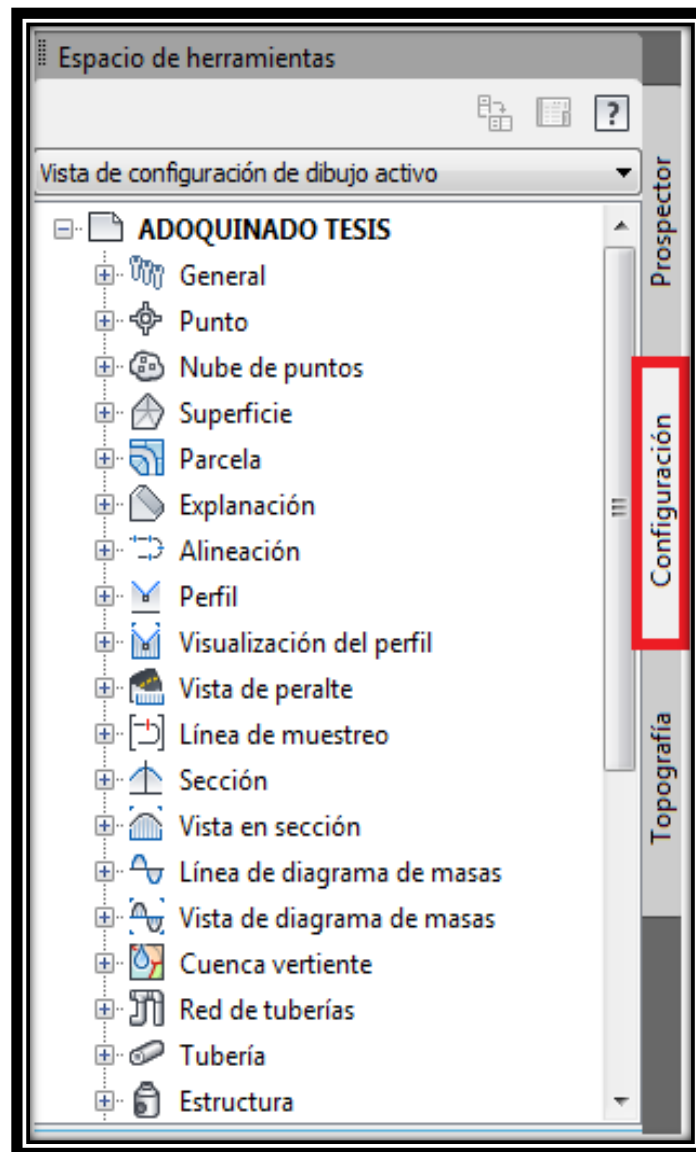


Figura 4.45 Ficha configuración

Después damos clic izquierdo en el signo (+) de **Punto**

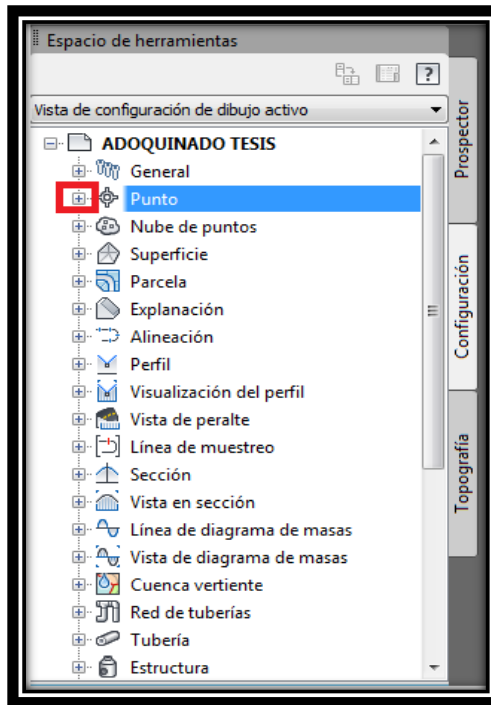


Figura 4.46 Selección de la opción punto

Se nos desplegará la siguiente información:

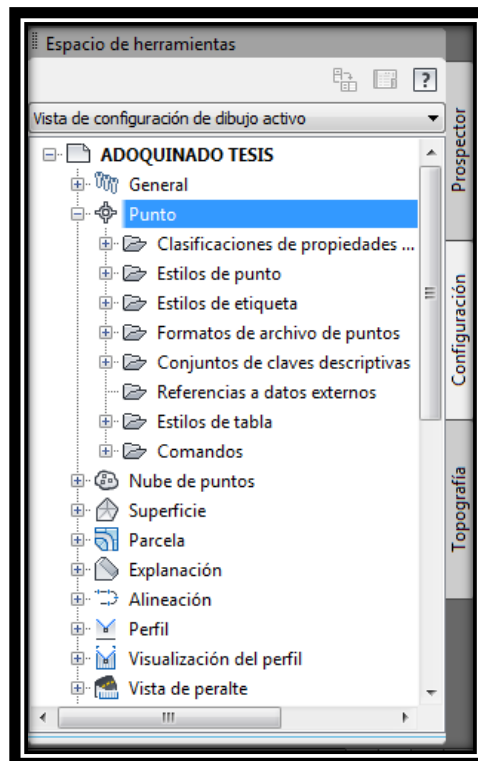


Figura 4.47 Opciones de la opción punto

Luego damos clic izquierdo sobre el signo (+) de **Estilos de punto** y se nos presenta la siguiente información:

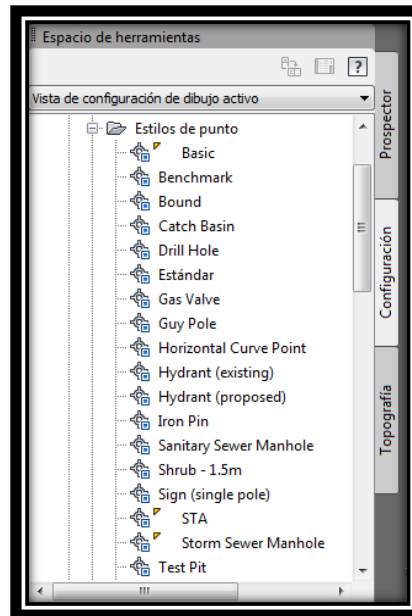


Figura 4.48 Opciones de estilos de punto

Damos doble clic izquierdo en **Basic** y se nos despliega la siguiente pantalla:

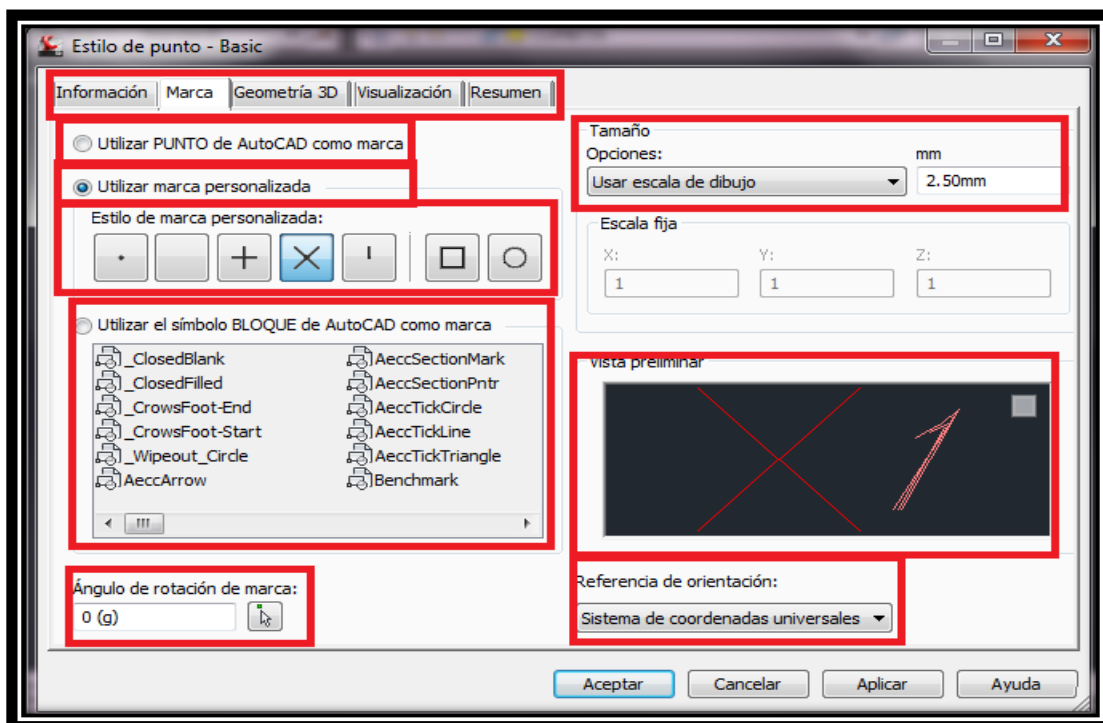


Figura 4.49 Caja de diálogo de estilos de punto

En la ventana anterior tenemos una serie de parámetro por escoger para nuestro estilo básico de punto que es el que nos aparecerá cuando importemos los puntos de nuestro trabajo.

Tenemos en la parte superior **Información, Marca, Geometría 3D, Visualización y Resumen.**

En nuestro caso escogeremos **Utilizar PUNTO de AutoCAD como marca** ya que es el estilo de punto que hemos creado y con el que trabajaremos, dejaremos sin seleccionar **Utilizar marca personalizada** el **ángulo de rotación de marca** será 0 ya que no deseamos que nuestros puntos aparezcan girados, en el tamaño utilizaremos **Usar escala de dibujo**, en la **Vista preliminar** en la imagen nos está apareciendo un punto con una marca en forma de "X" porque es la que está seleccionada en este momento y en cuanto a la **Referencia de anotación** será el **Sistema de Coordenadas Universales.**

Modificaremos estos parámetros y nos quedará de la siguiente manera:

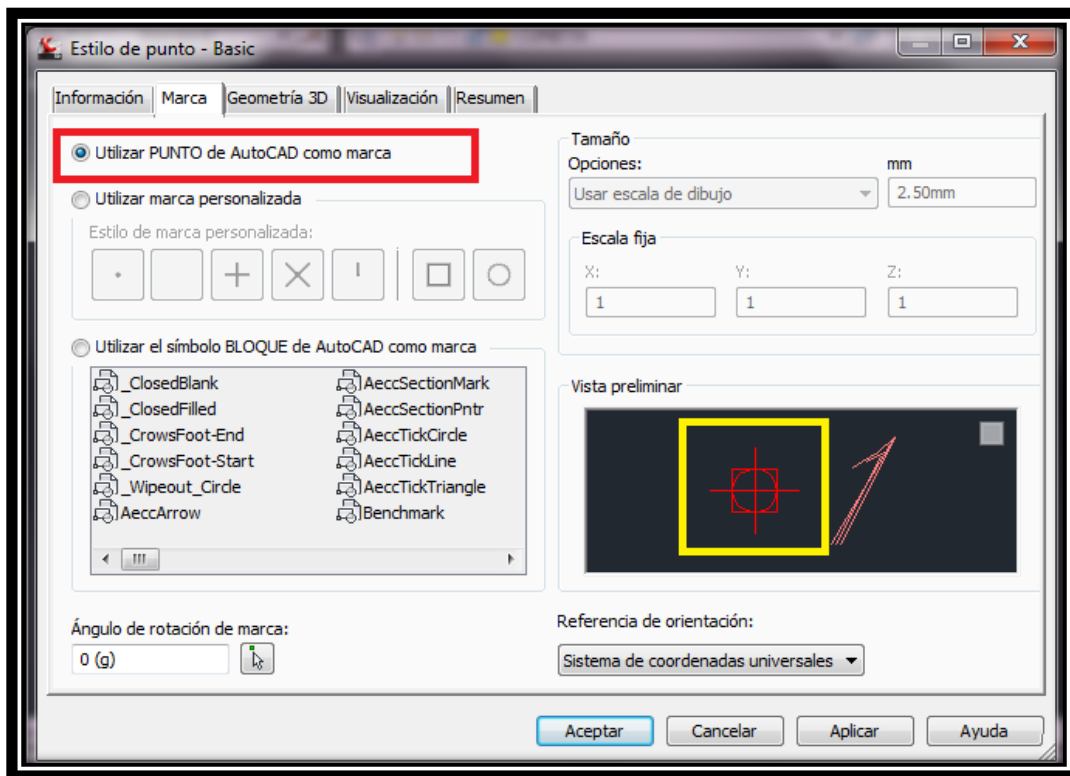


Figura 4.50 Caja de diálogo de estilo de punto

Se puede observar en la imagen anterior que sólo activamos **Utilizar PUNTO de AutoCAD como marca** e inmediatamente se nos desactivan los otros parámetros también podemos ver en la vista preliminar que ahora si nos aparece el punto que escogimos en un principio trabajar en nuestro dibujo.

Ahora damos clic izquierdo en **Visualización** y nos aparece la siguiente ventana:

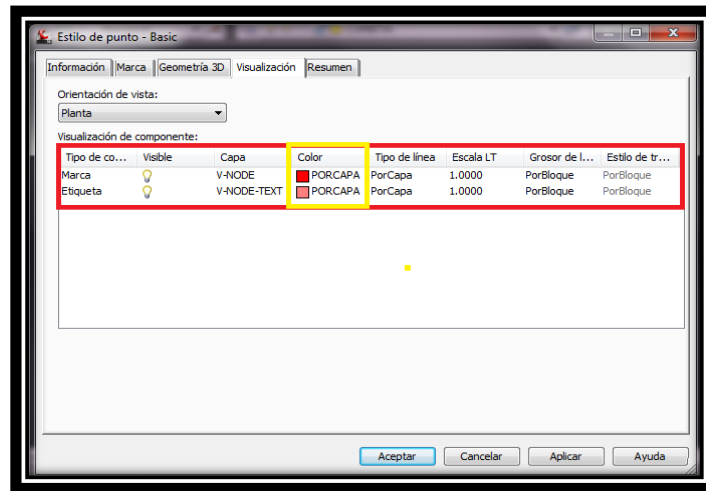


Figura 4.51 Visualización del punto

En esta ventana escogeremos lo que es el color que deseamos nos aparezca la **Marca** y **Etiqueta** del punto, lo hacemos de la siguiente manera:

Damos clic izquierdo en el color que tiene actualmente la **Marca** y nos aparece la siguiente ventana:

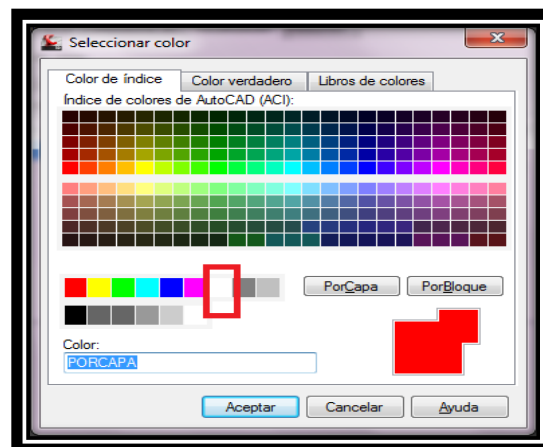


Figura 4.52 Selección del color blanco para los puntos

Escogemos el color blanco y damos aceptar el mismo procedimiento hacemos para la **Etiqueta** y nos quedará de la siguiente manera:

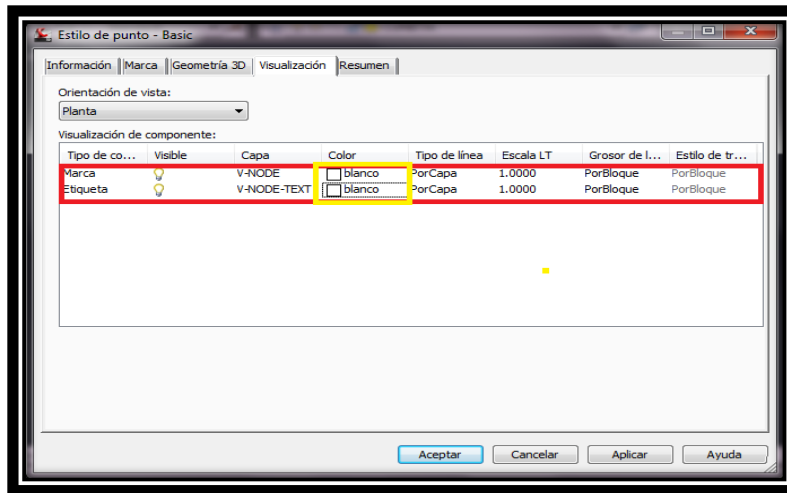


Figura 4.53 Selección del color blanco para las marcas y etiquetas de los puntos

Como se observa en la figura la **Marca** y la **Etiqueta** tienen color blanco, damos clic en **Aplicar** y después **Aceptar**.

Ahora nos vamos a **Estilos de Etiqueta** y damos clic izquierdo en el signo (+)

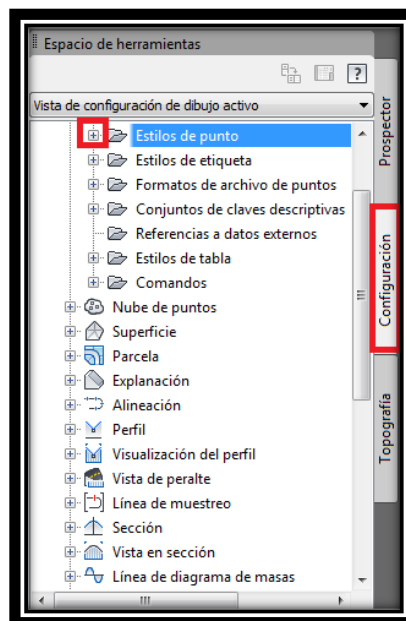


Figura 4.54 Selección de estilos de punto

Nos aparecerá la siguiente información:

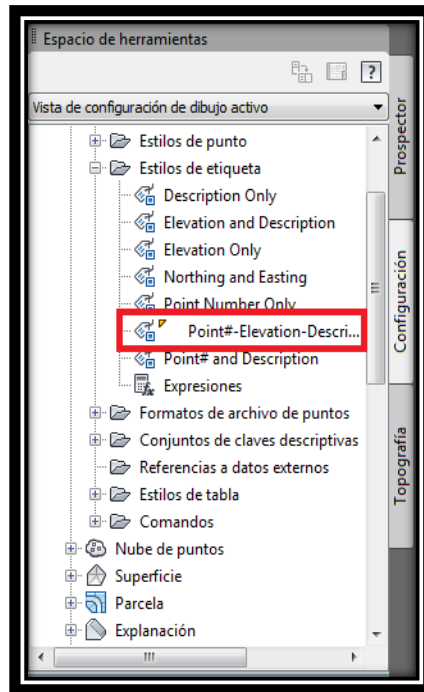


Figura 4.55 Opciones de estilos de punto

Damos doble clic izquierdo en **Point#-Elevation-Description** y nos aparecerá la siguiente ventana:

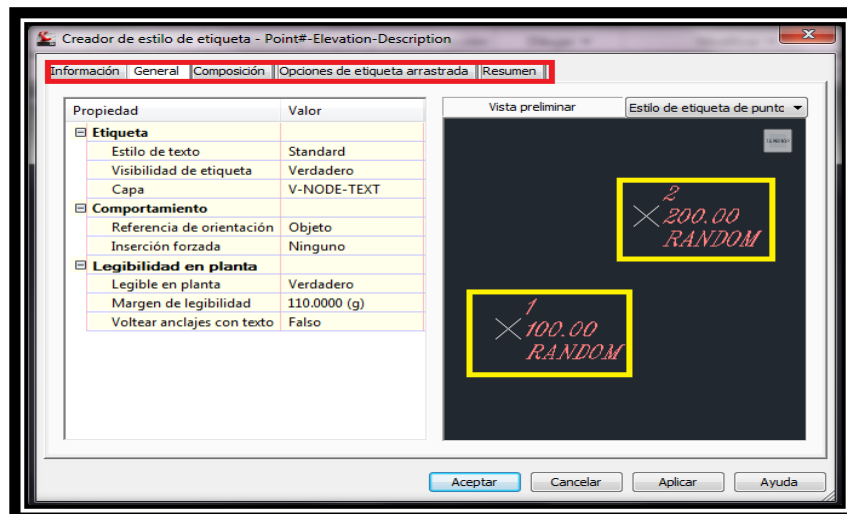


Figura 4.56 Caja de diálogo de estilos de etiqueta

La ventana anterior es la ventana donde escogeremos los estilos de etiqueta que tendrán nuestros puntos al importarlos como lo son **el estilo de texto, color y tamaño del texto, de las elevaciones, descripciones y de los números de punto**. Damos clic izquierdo en **General** y nos aparecerá la siguiente pantalla:

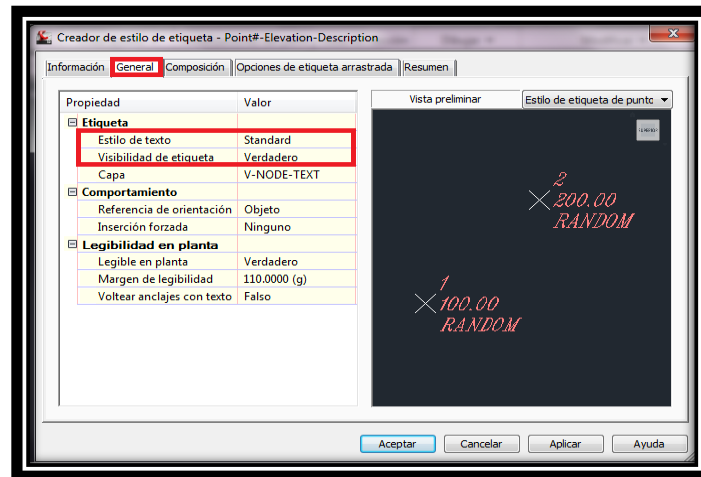


Figura 4.57 Opciones de estilos de etiqueta

Escogeremos el **Estilo de texto** como también la **Visibilidad de etiqueta de la siguiente manera**:

Damos clic izquierdo en **Standard** que es el valor que se encuentra a la derecha de **Estilo de texto** y nos presentará unos puntos suspensivos como muestra la siguiente imagen.

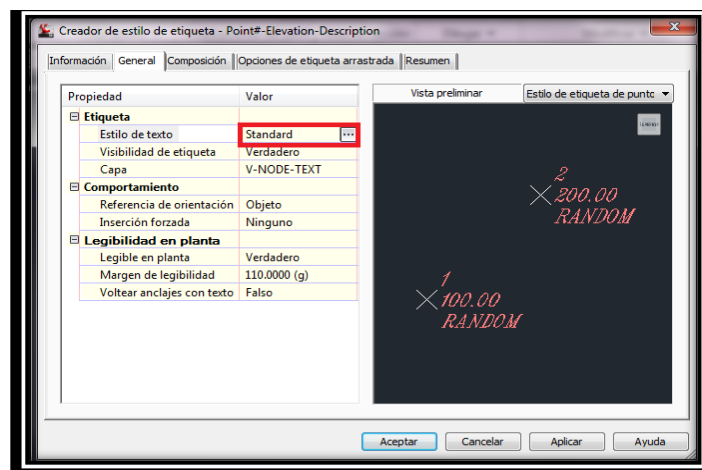


Figura 4.58 Selección de Standard

Damos clic izquierdo en los puntos suspensivos y nos aparecerá la siguiente ventana que es donde seleccionaremos un estilo de texto:

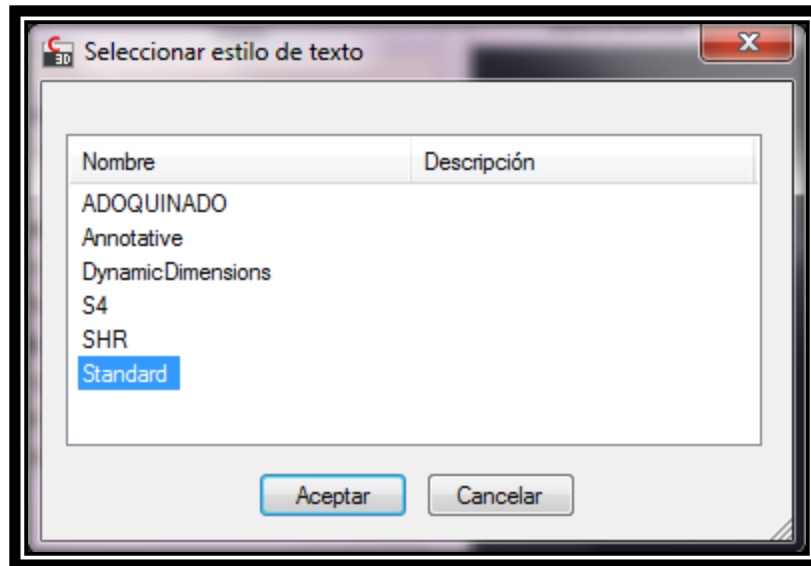


Figura 4.59 Seleccionar el estilo de texto

Como podemos observar en la imagen anterior tenemos los estilos de texto predeterminados por el programa pero también nos presenta el estilo de texto que creamos al principio que lo denominamos “**ADOQUINADO**”, para seleccionarlos le damos clic izquierdo sobre él y damos **Aceptar**.

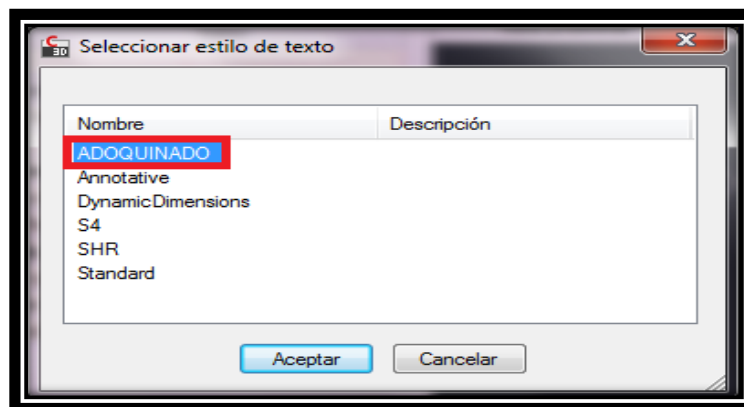


Figura 4.60 Selección del Estilo de texto creado

Se observa que al seleccionar el estilo de texto que deseamos tiene como fondo un color azul y posteriormente damos **Aceptar** y ya tenemos un estilo de texto.

Luego damos clic izquierdo en **Composición** y nos presenta la siguiente ventana:

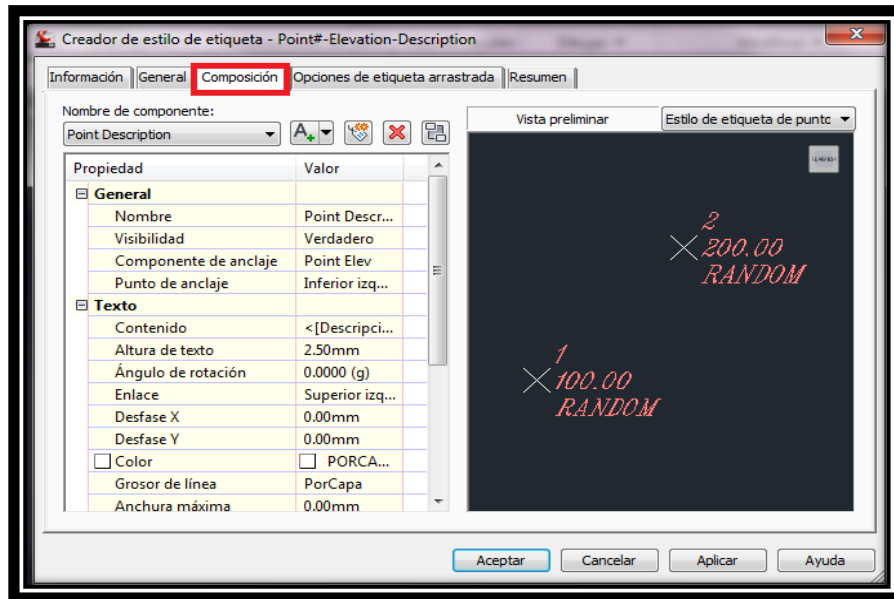


Figura 4.61 Opción Composición

Después damos clic izquierdo en la flecha hacia abajo que acompaña a **Point Description** que es la descripción del punto que se le fue asignado en la captura de datos en campo.

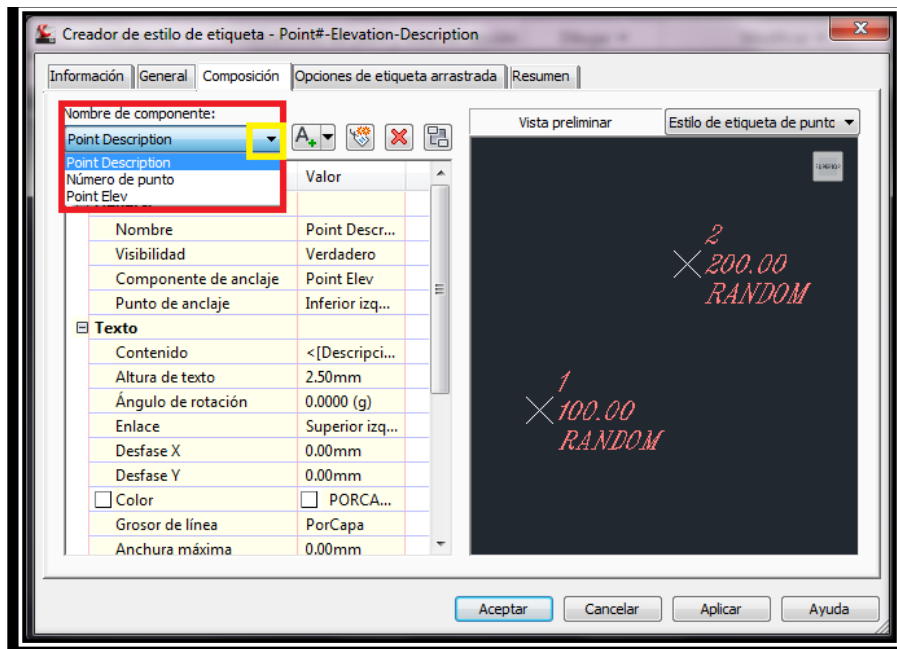


Figura 4.62 Nombres del componente

Podemos observar que los parámetros que configuramos son **Point Description** que como se mencionó es la Descripción del punto que se le dió al momento de la captura de datos, **Número de Punto** y **Point Elev** que son las elevaciones de los puntos, en la imagen se nota que estamos dentro de los parámetros de **Point Description**.

Damos clic izquierdo sobre 2.50mm que es el valor que acompaña a **Altura de texto** y se nos presentará de la siguiente manera:

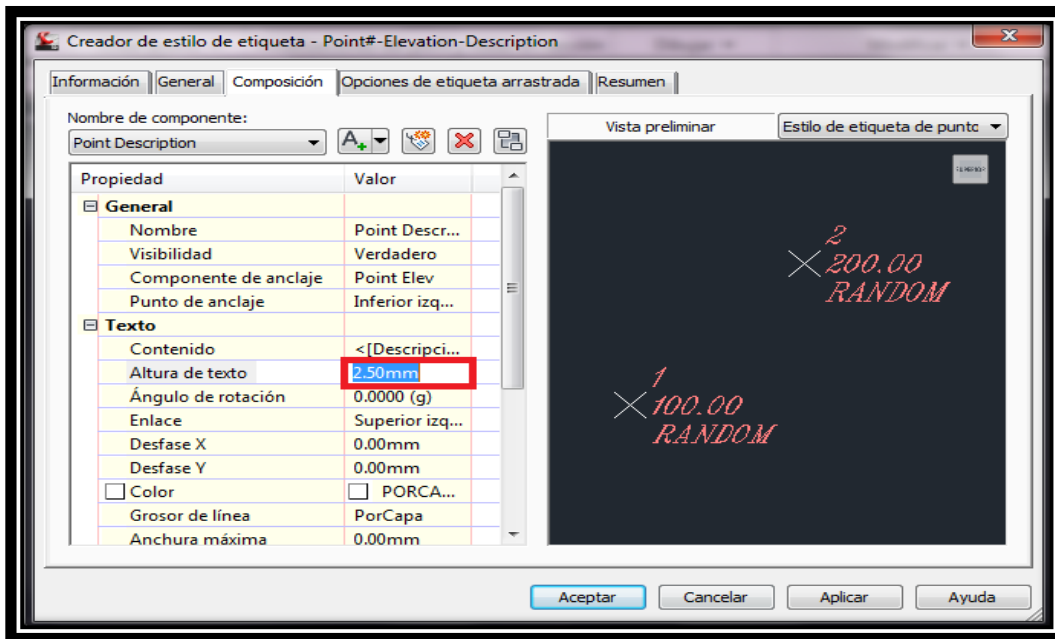


Figura 4.63 Altura de texto de la Descripción del punto

Se observa en la imagen anterior que al dar clic izquierdo sobre 2.50mm se nos coloca con un fondo de color azul esto significa que está esperando a ser modificado le colocaremos un valor de 0.6, éste valor es variable dependiendo de la escala con la cual se esté trabajando y nos quedará de la siguiente forma:

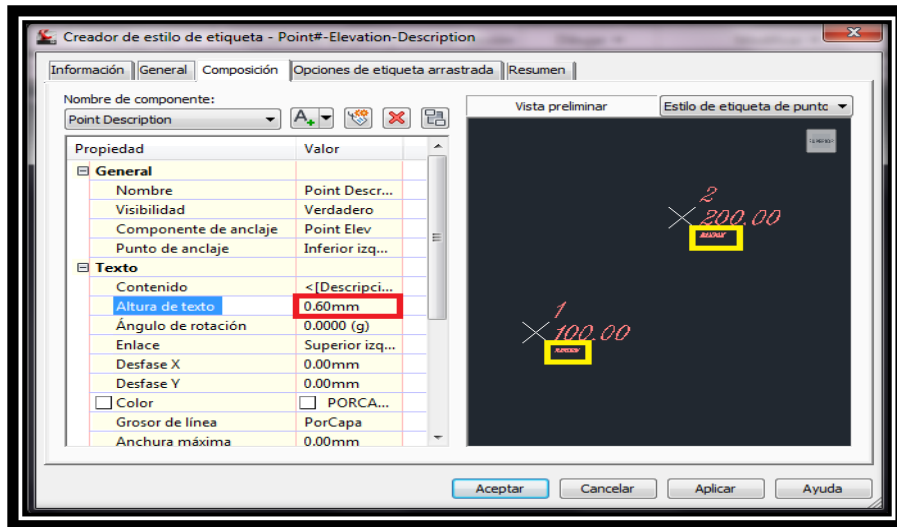


Figura 4.64 Modificación de la altura del texto de la descripción del punto

Se puede observar en la imagen anterior que hemos modificado la altura del texto que corresponde a la **Descripción del punto** y se puede notar en la vista preliminar ha disminuido de tamaño como está en los cuadros amarillos.

Ahora damos clic izquierdo sobre **PORCAPA** que es el valor que acompaña a **Color** y se nos presentará la siguiente ventana:

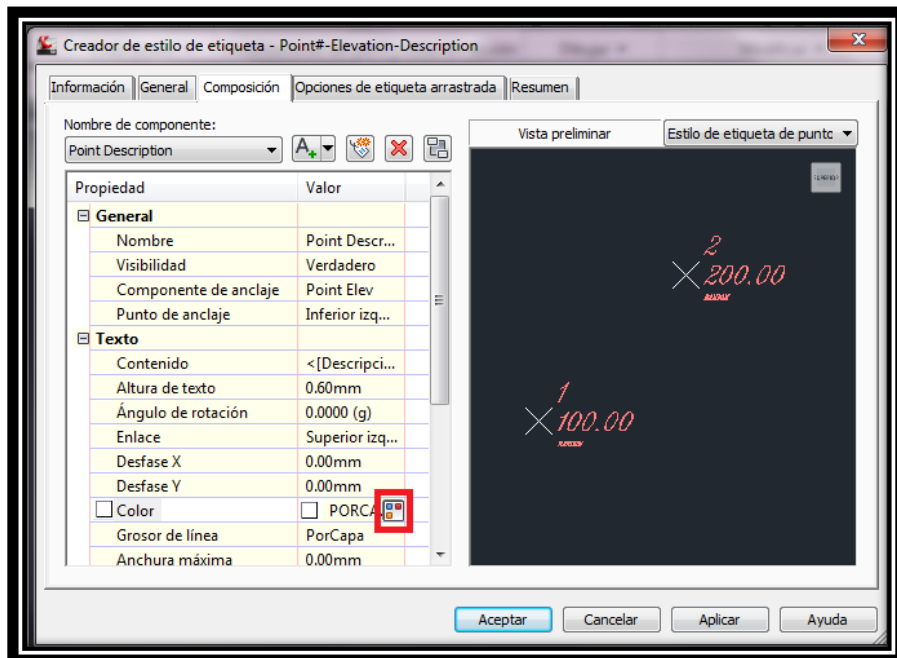


Figura 4.65 Cambio de color de la descripción del punto

Se nos muestra un pequeño cuadrado el cual indica que está esperando a cambiar de color.

Damos clic izquierdo sobre el cuadrado pequeño y nos aparecerá la siguiente ventana:

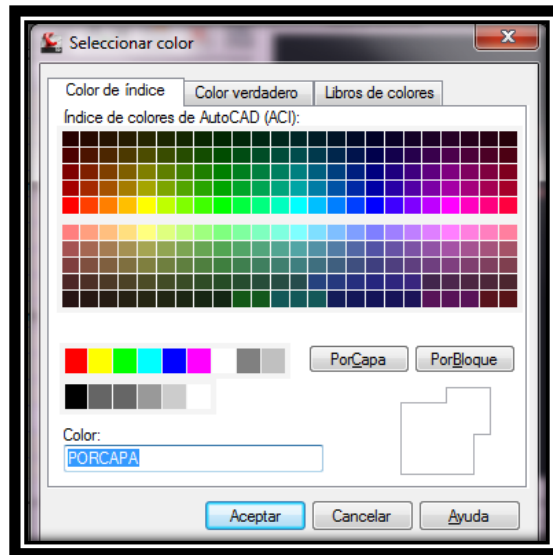


Figura 4.66 Caja de diálogo para seleccionar el color de la descripción del punto

En nuestro caso escogeremos el color amarillo haciendo clic sobre el color y nos queda de la siguiente manera:

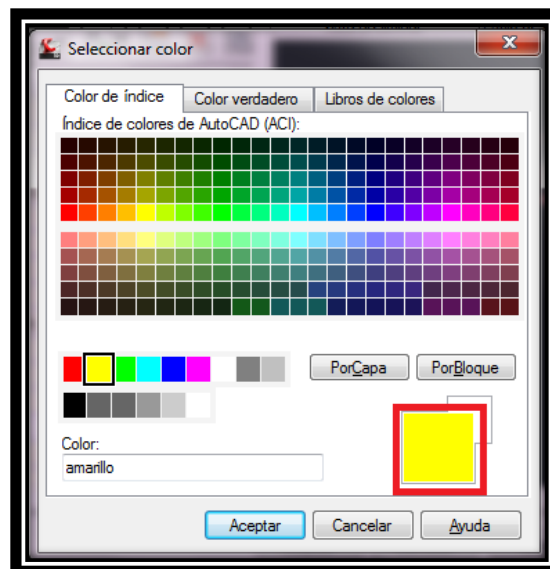


Figura 4.67 Seleccionando color

Se observa en el recuadro rojo que hemos colocado el color amarillo esto indica que ha sido seleccionado y damos clic en **Aceptar**

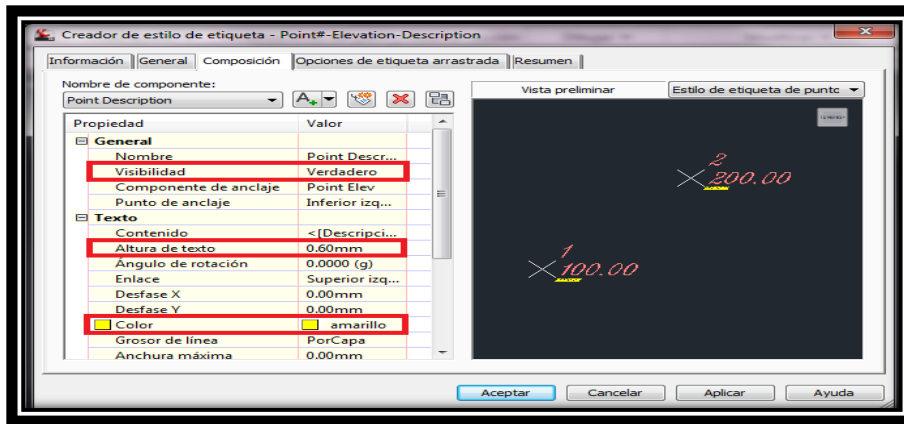


Figura 4.68 Aceptando los cambios efectuados

Se logra apreciar en la imagen anterior que de la **Descripción del punto** hemos modificado la **Altura de texto** y el **Color** como también la **Visibilidad** tiene que ser verdadera porque si está en Falso entonces no se vería ningún parámetro modificado.

Posteriormente hacemos clic izquierdo en la flecha que apunta hacia abajo que se encuentra a la derecha de **Point Description** y nos mostrará una cascada de 3 elementos y seleccionamos **Número de Punto**, así como se muestra en la siguiente figura.

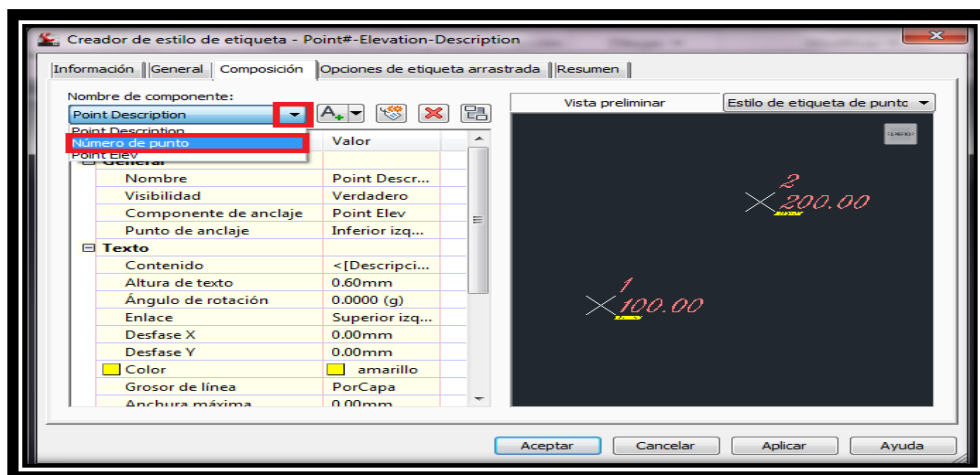


Figura 4.69 Seleccionando Número de punto

Al seleccionar **Número de punto** nos aparece la siguiente ventana:

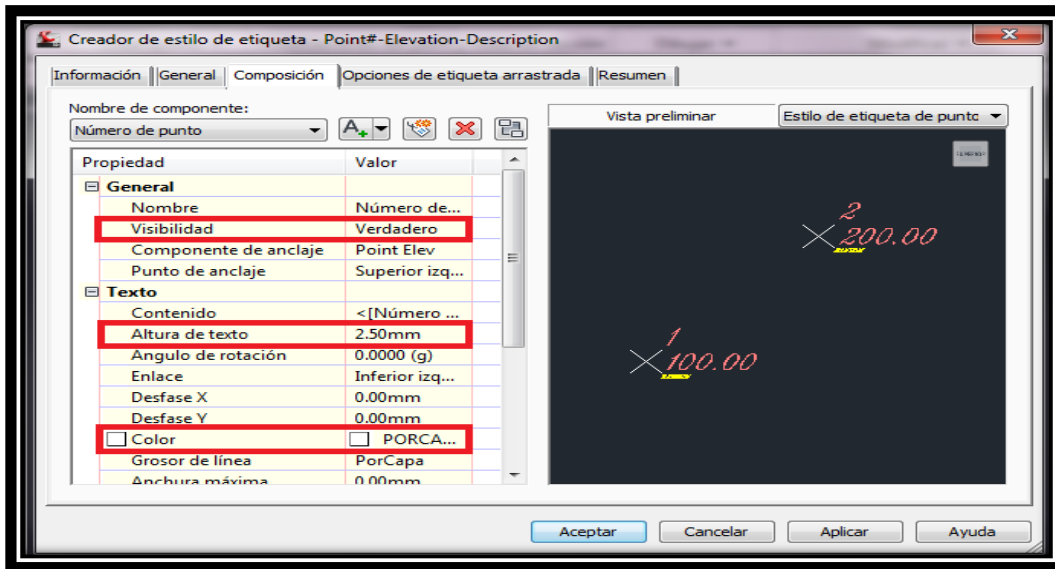


Figura 4.70 Creador de estilos de etiqueta del número de punto

En la venta anterior modificaremos los parámetros de **Altura de texto** y **Color** de la misma manera que lo explicamos anteriormente y nos quedará de la siguiente manera:

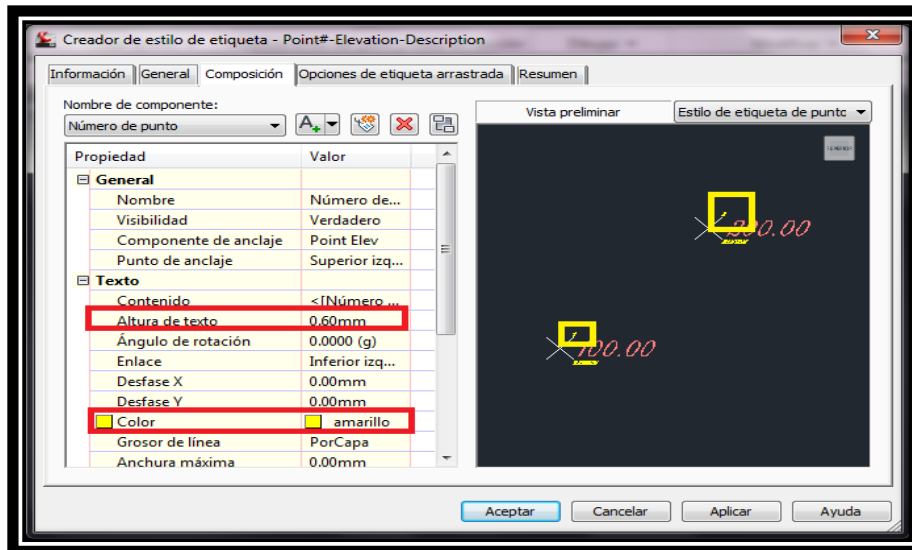


Figura 4.71 Altura de texto y Color de Número de punto

Después seleccionamos la **Elevación del punto** y modificamos sus parámetros

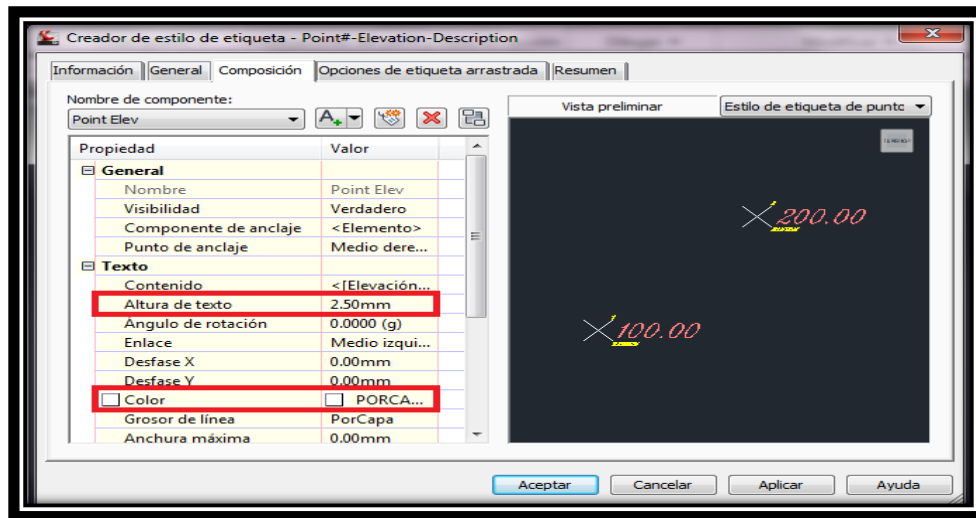


Figura 4.72 Elevación del punto

Una vez modificados sus parámetros nos quedará de la siguiente manera:

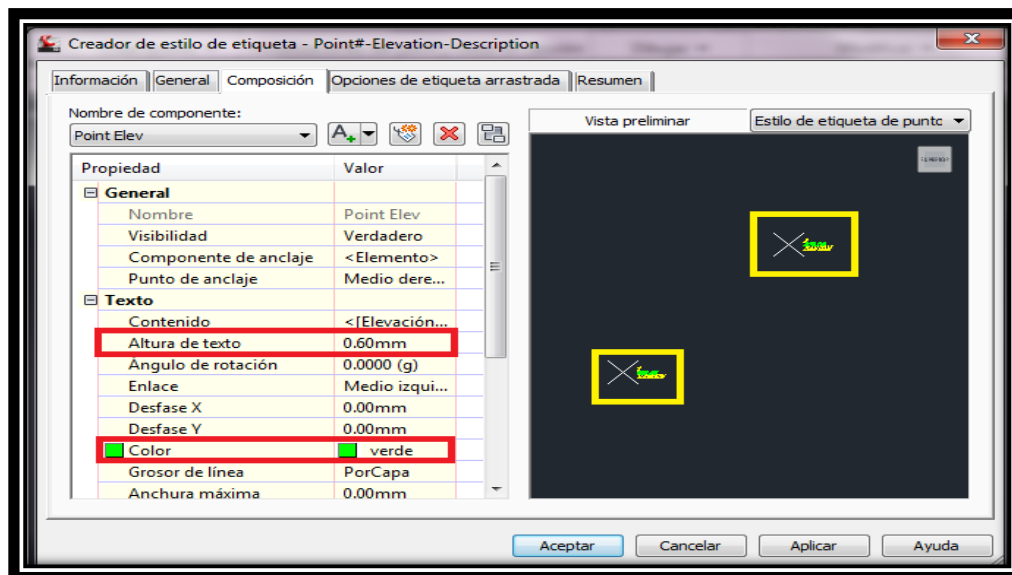


Figura 4.73 Altura del texto y color del punto

Ya tenemos elegidos los parámetros de **La Descripción, Número y Elevación del Punto** damos clic izquierdo en **Aplicar** y **Aceptar**.

Ahora damos clic izquierdo sobre la fichas **Prosector** y nos aparecerá la siguiente información:

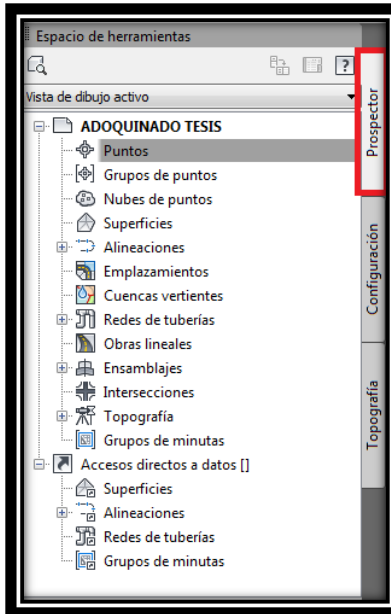


Figura 4.74 Ficha Prosector

Damos clic izquierdo sobre puntos y nos aparecerá la siguiente información en cascada:

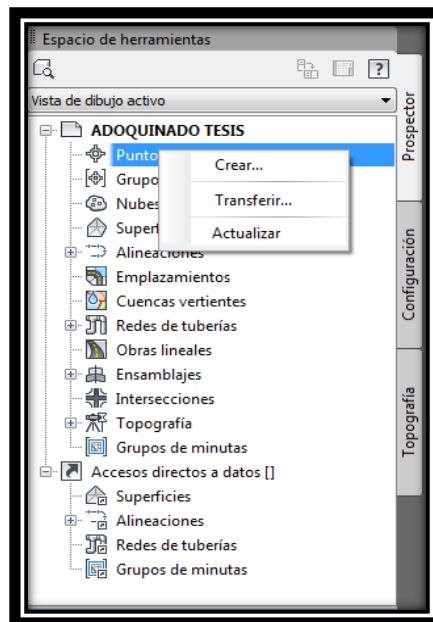


Figura 4.75 Clic derecho en punto

Ahora damos clic derecho sobre **Crear** y nos aparecerá la siguiente ventana:

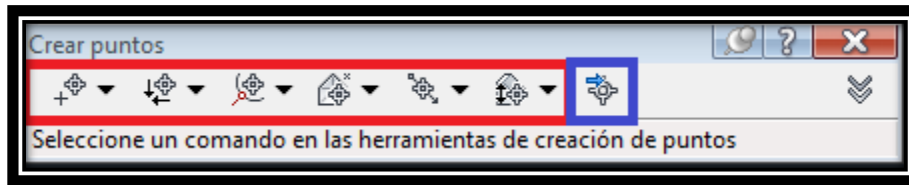


Figura 4.76 Crear puntos

Todos los íconos que están dentro del recuadro rojo se refieren a la creación de puntos pero el de nuestro interés es el de recuadro azul que es **Importar Puntos**

Damos clic izquierdo sobre **Importar Puntos** y nos aparecerá la siguiente ventana:

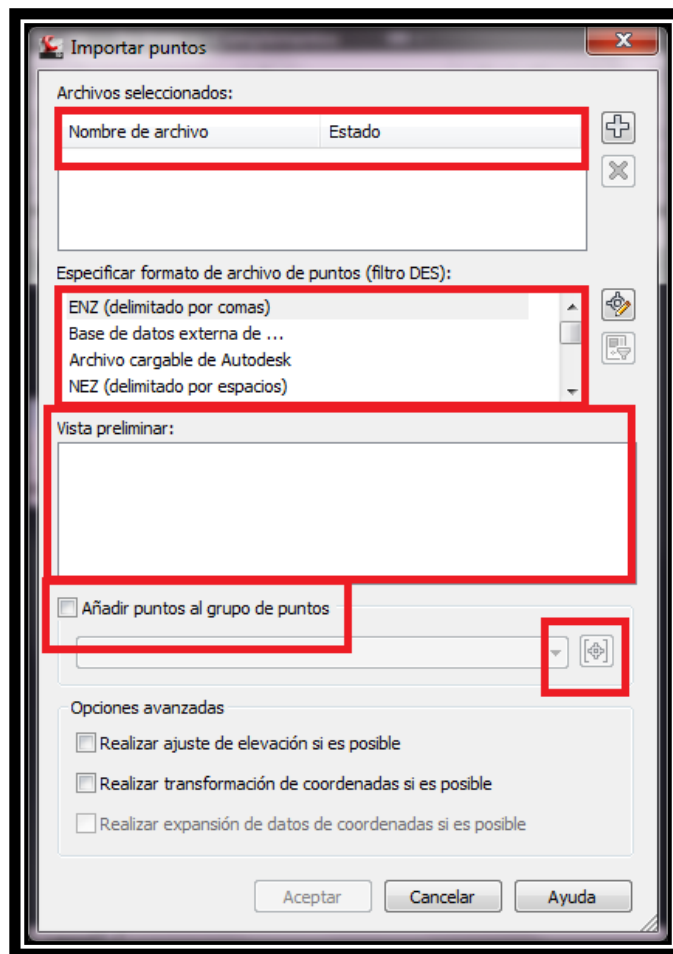


Figura 4.77 Cuadro de diálogo para importar puntos

La venta anterior se refiere a la **Importación de puntos** la cual contiene los **Archivos Seleccionados** en la parte superior de la ventana, **Especificar formato de archivo de puntos** que es en qué formato tenemos los puntos en nuestra base de datos para importarlos, **Vista Preliminar** en esta parte nos aparecerán parte de los puntos que importaremos y si estamos de acuerdo con ellos, **Añadir puntos al grupo de puntos** si activamos esta opción necesitamos darle un nombre y esto lo hacemos en el ícono inmediatamente inferior derecho, todo lo antes mencionado es de lo que consta esta ventana.

Ahora escogemos en qué formato tenemos nuestros puntos los que importaremos, en nuestro caso los tenemos en PNEZD (delimitado por comas), esto significa que nuestros puntos están en un formato que primero está el **Número de punto**, después las coordenadas del **Norte** seguido de las coordenadas del **Este**, posteriormente las **Elevaciones** y por último las **Descripciones** de cada punto y lo tenemos separado por **espacios**.

Damos clic izquierdo en el formato de puntos PNEZD como se muestra en la figura:

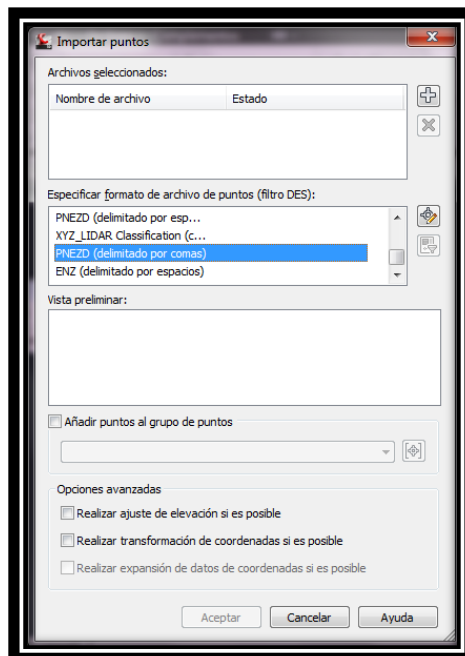


Figura 4.78 Seleccionando formato de puntos

Después damos clic izquierdo en **Añadir Archivos**

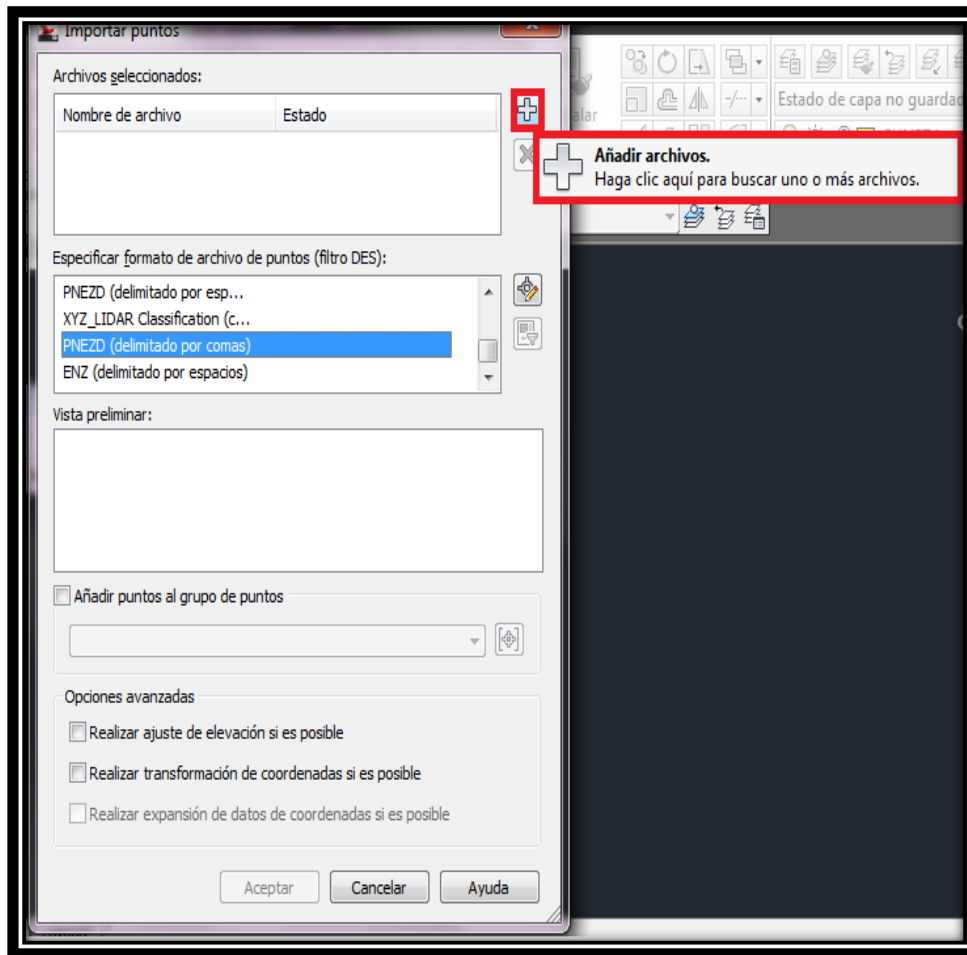


Figura 4.79 Opción para añadir puntos

Nos aparecerá la siguiente ventana:

En la cual nosotros buscaremos el archivo de punto que tenemos guardado en **Buscar en**, como también el tipo de archivo en **Archivo de tipo** donde podemos ver que tenemos varios tipos de archivo como lo son **Texto (txt)** que en nuestro caso es el que elegiremos porque este es el tipo de archivo que importaremos también están otros tipos de archivos como **pm, csv, xyz, auf, nez, pnt**. Elegir uno de estos archivos depende del Ingeniero Topógrafo que tipo de archivo haya trabajado.

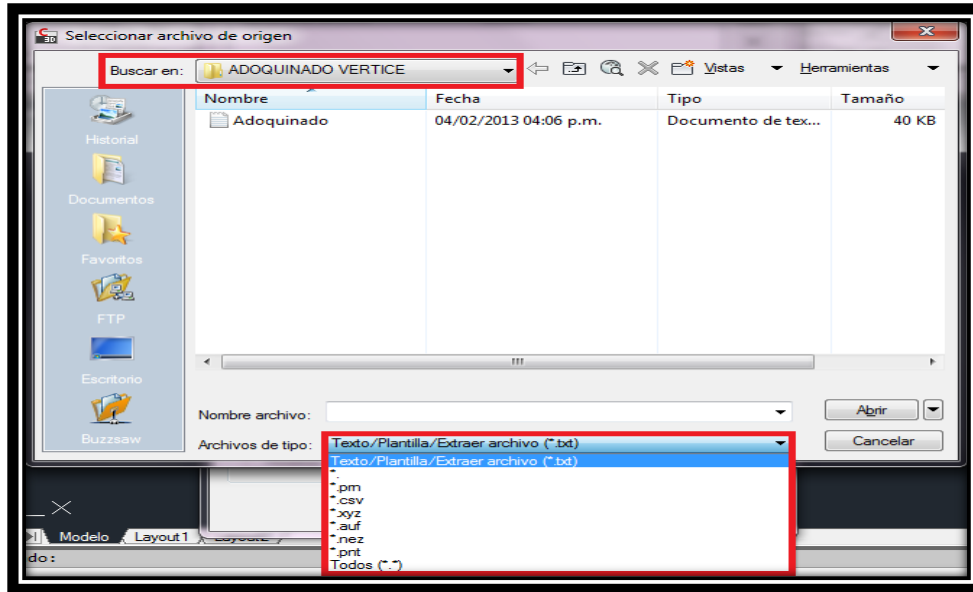


Figura 4.80 Selección de tipo de archivo para importar puntos

En nuestro caso se llama **ADOQUINADO** damos clic izquierdo sobre él y después damos clic izquierdo en **Abrir**

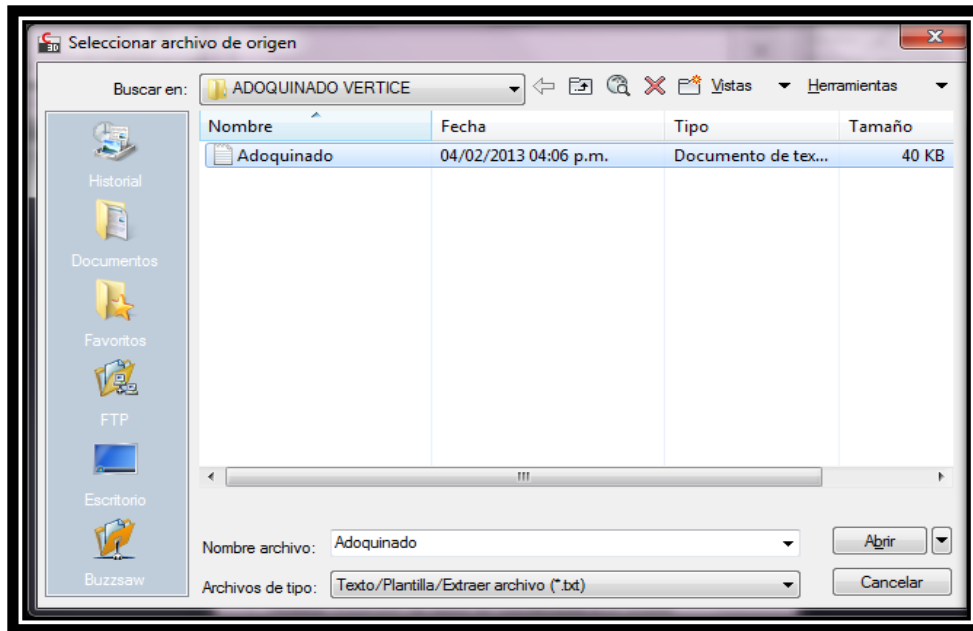


Figura 4.81 Selección del archivo a importar

Damos clic izquierdo en **Abrir**

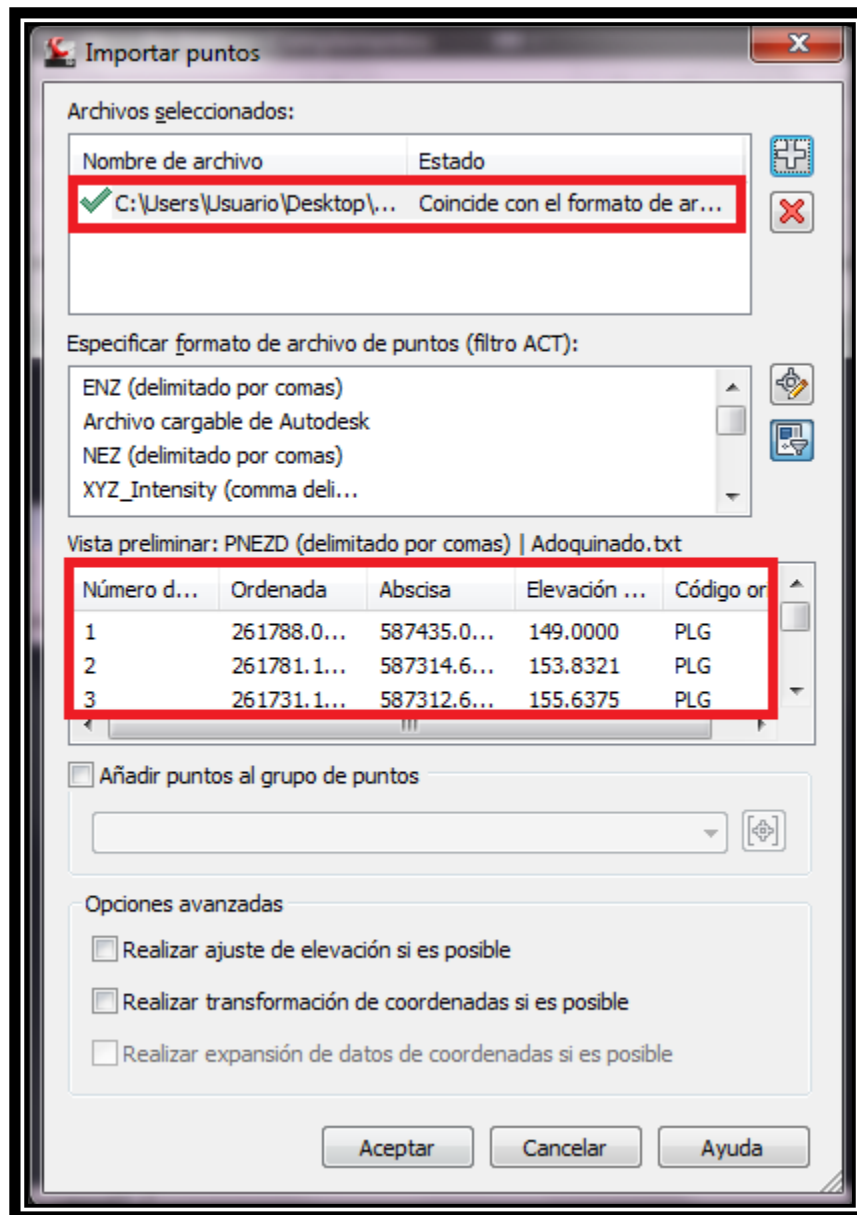


Figura 4.82 Vista preliminar de los puntos importados

Podemos ver en el primer recuadro rojo que nos aparece un cheque verde, esto significa que el archivo coincide con el formato de archivo que elegimos, en el siguiente recuadro rojo aparece la vista preliminar de los puntos la cual coincide con PNEZD (delimitado por comas)

Ahora damos clic en **Añadir puntos al grupo de puntos** como se muestra en la siguiente imagen:

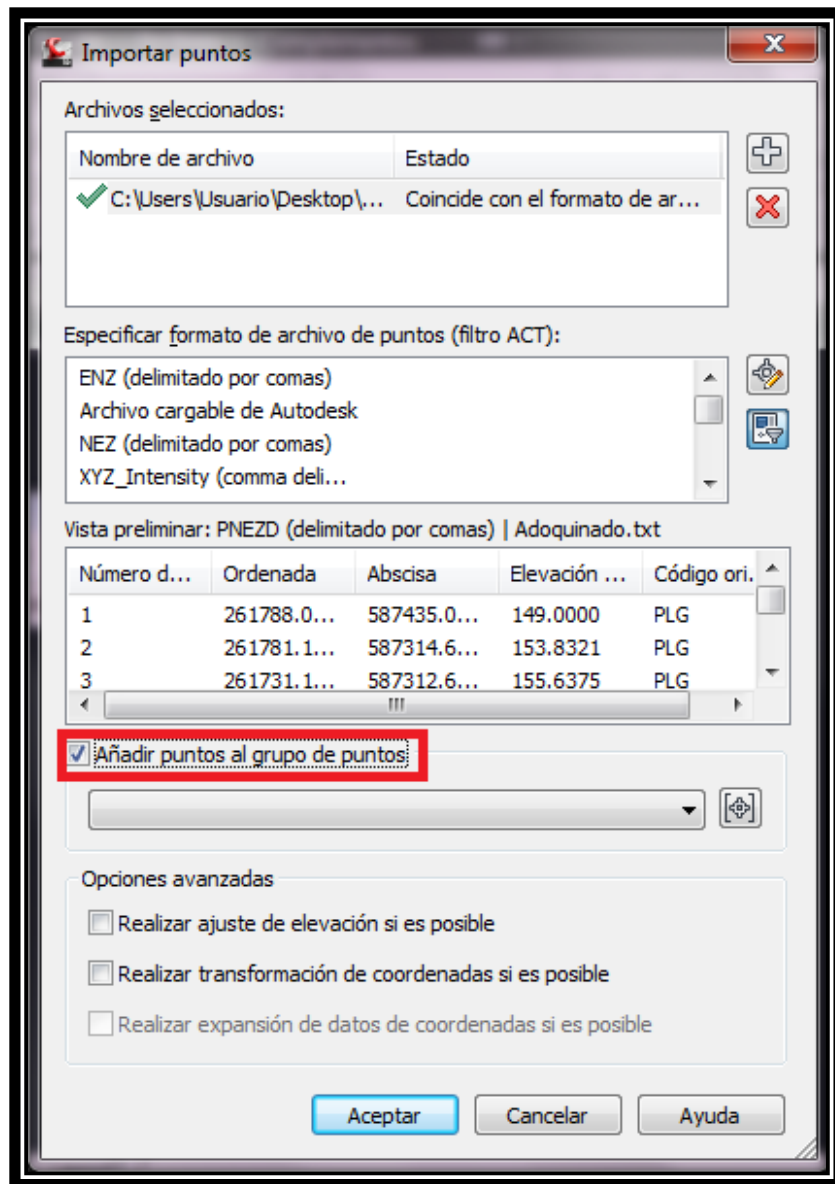


Figura 4.83 Añadiendo a un grupo de puntos

En la figura se observa el recuadro rojo en el cual indicamos que añadiremos puntos al grupo de puntos.

Ahora le daremos un nombre a nuestro grupo de puntos dando clic en el ícono que se muestra en la siguiente figura:

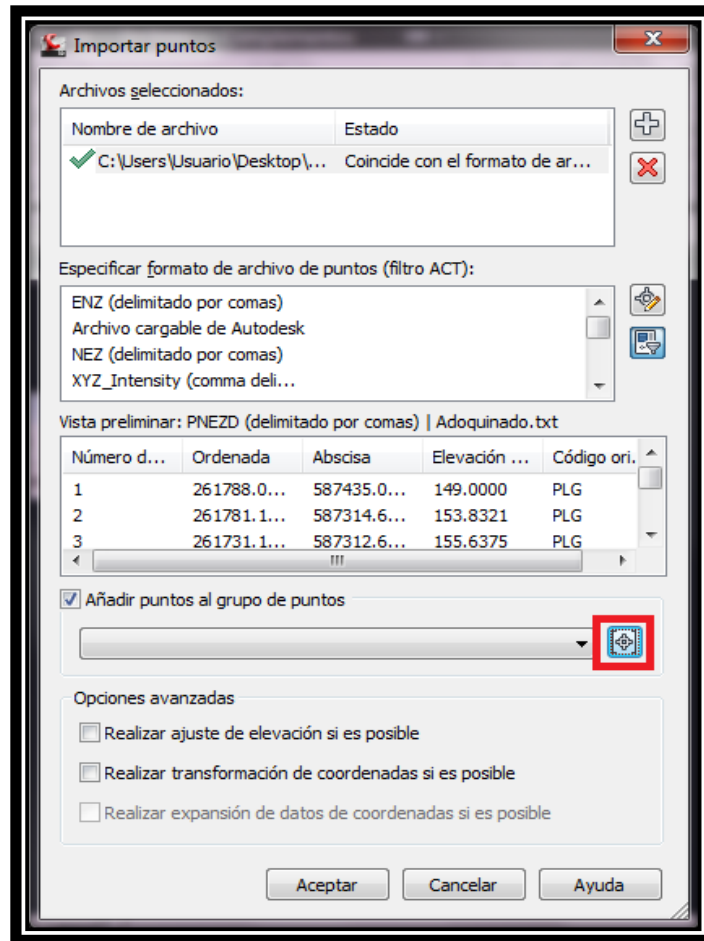


Figura 4.84 Icono para añadir puntos

Cuando damos clic izquierdo en el ícono encerrado en el recuadro nos aparecerá la siguiente ventana:

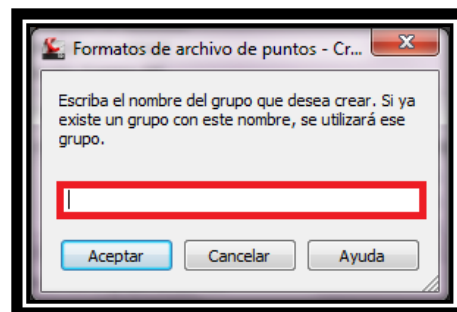


Figura 4.85 Caja de diálogo para asignar un nombre al grupo de puntos

En esta ventana nos pide que nombre le pondremos al grupo en nuestro caso le colocaremos “ADOQUINADO” y nos aparecerá de la siguiente manera:

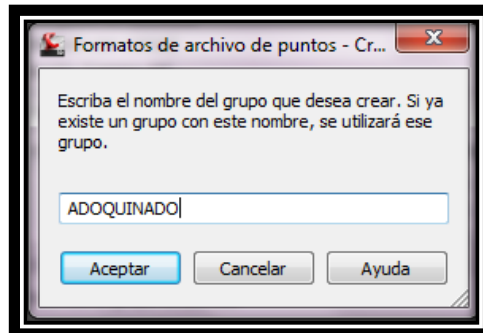


Figura 4.86 Asignación de nombre al grupo de puntos

Una vez colocado el nombre damos clic izquierdo en **Aceptar**, nos queda la siguiente ventana:

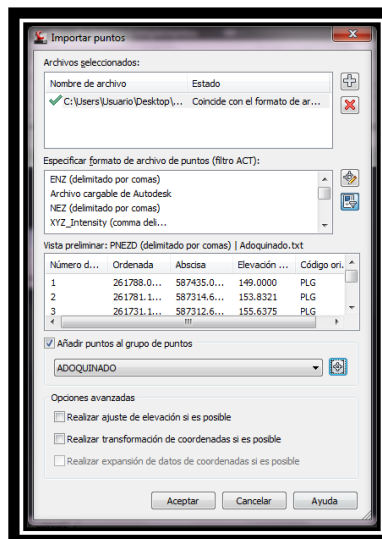


Figura 4.87 Caja de diálogo de selección correcta de puntos

Se muestra en la figura que ya tenemos elegido un archivo ya lo añadimos a un grupo de puntos como también le dimos un nombre “ADOQUINADO” y finalmente damos clic izquierdo en **Aceptar**.

Ahora damos clic en el signo (+) de **Grupo de puntos**

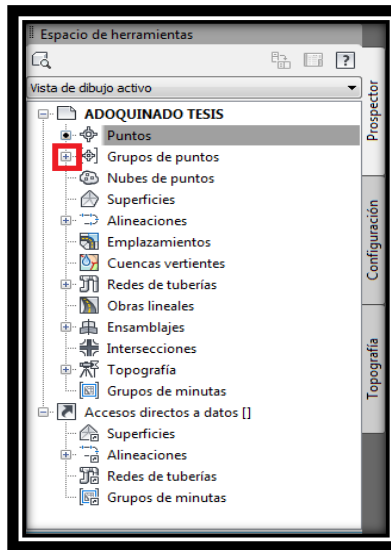


Figura 4.88 Seleccionando Grupo de puntos

Cuando hemos dado clic izquierdo en el signo (+) de **Grupo de puntos** nos aparecerá la información siguiente:

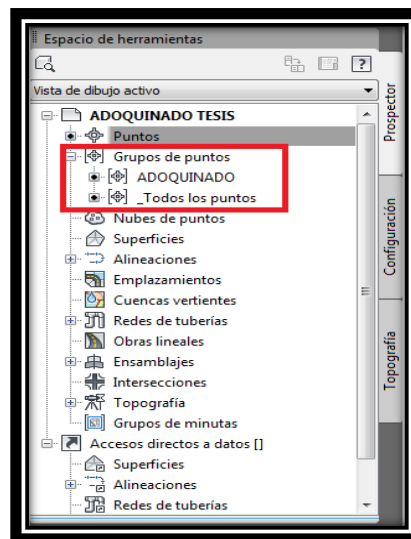


Figura 4.89 Se observa el grupo de puntos creado

Como podemos observar en la imagen anterior tenemos lo que es reconocido nuestro grupo de puntos “ADOQUINADO”

Ahora damos clic izquierdo sobre “ADOQUINADO” y nos aparecerá la siguiente ventana:

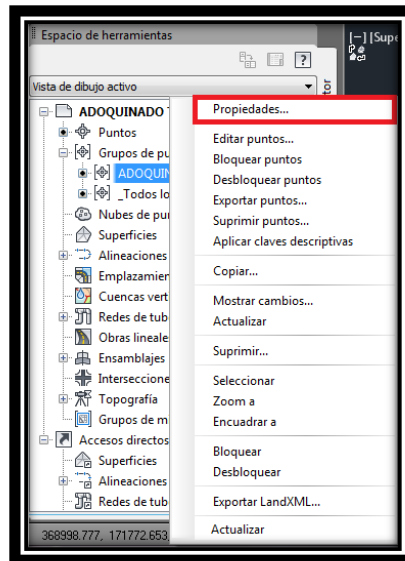


Figura 4.90 Seleccionando Propiedades

Damos clic izquierdo sobre propiedades y nos presenta la siguiente ventana:

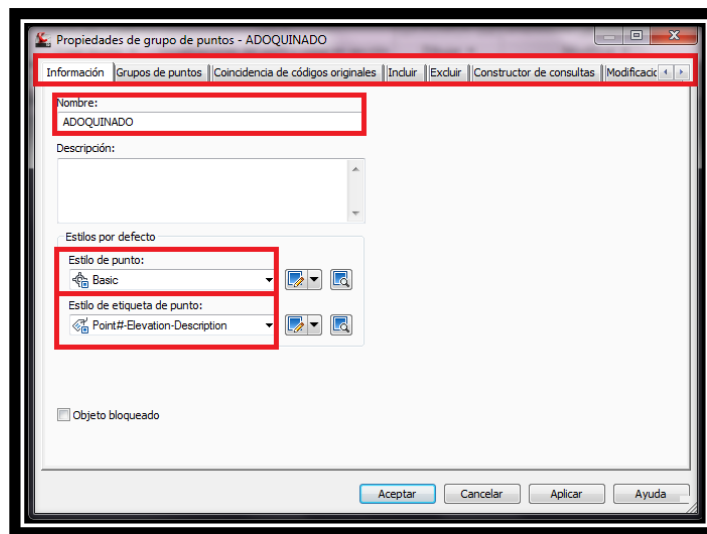


Figura 4.91 Propiedades de grupo de puntos

Todas las propiedades de la ventana anterior se refieren al **Grupo de puntos** y la que nosotros revisamos son el nombre que tiene que estar el nombre que hemos designado “ADOQUINADO”, el estilo de punto **Basic** y el Estilo de etiqueta de

punto **Point#-Elevation-Description** cuando ya los tenemos elegidos damos clic izquierdo en **Aplicar y Aceptar**.

Después de modificados los parámetros anteriores nos aparecerán los puntos en el área de dibujo:

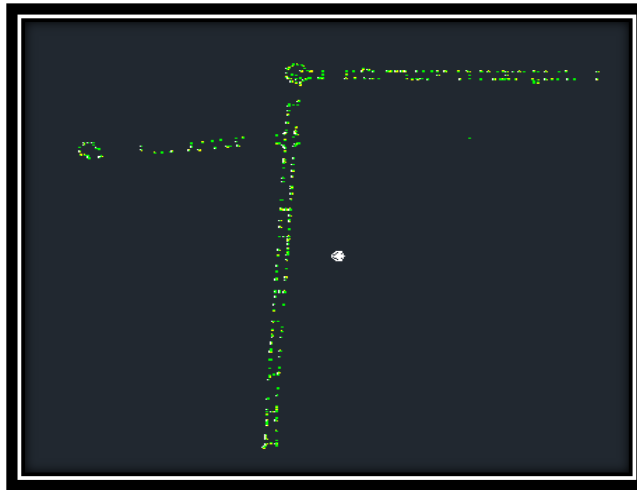


Figura 4.92 Aparición de puntos en el área de dibujo

Como se podemos observar en la figura anterior no aparecen los puntos del levantamiento que se refiere a un adoquinado.

En la siguiente figura observamos las etiquetas que hemos puesto a los puntos y como nos la muestra el programa:

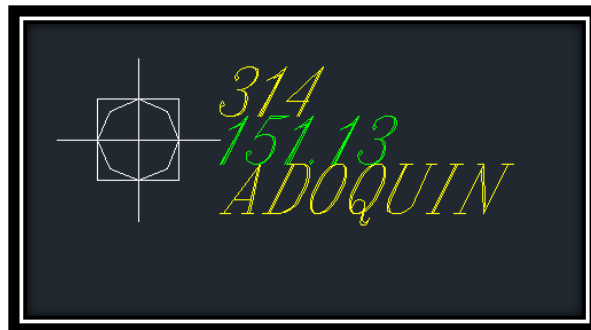


Figura 4.93 Etiquetas en el estilo de punto creado

Ya tenemos importados nuestros puntos

4.19 CREACIÓN DE LA SUPERFICIE DE TRABAJO

Para crear la superficie de trabajo hacemos clic izquierdo en **Inicio**

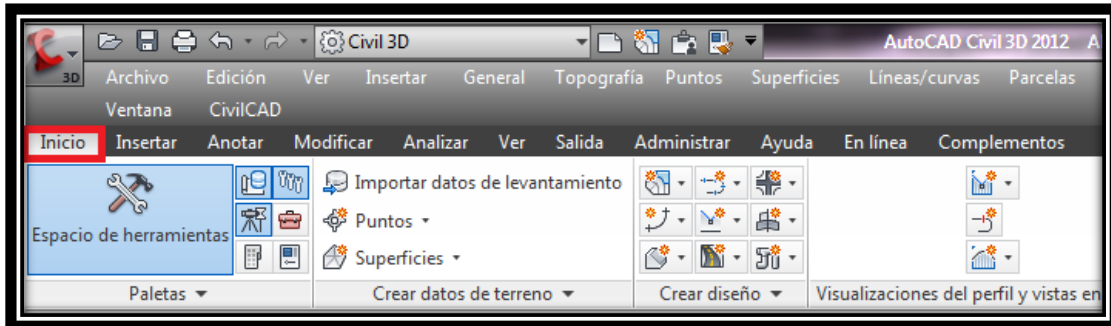


Figura 4.94 Botón Inicio

Posteriormente damos clic izquierdo en **Superficies** y **Crear superficie**

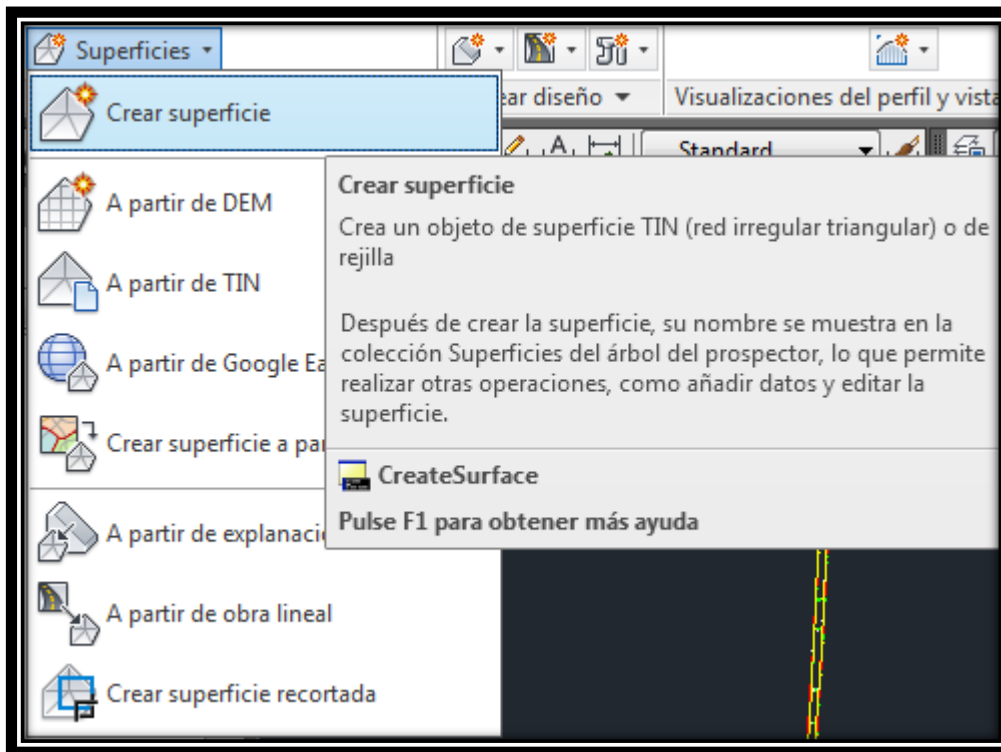


Figura 4.95 Selección de la superficie

Ahora damos clic izquierdo en **Crear Superficie** y nos aparece la siguiente ventana en la cual le daremos un nombre a nuestra superficie:

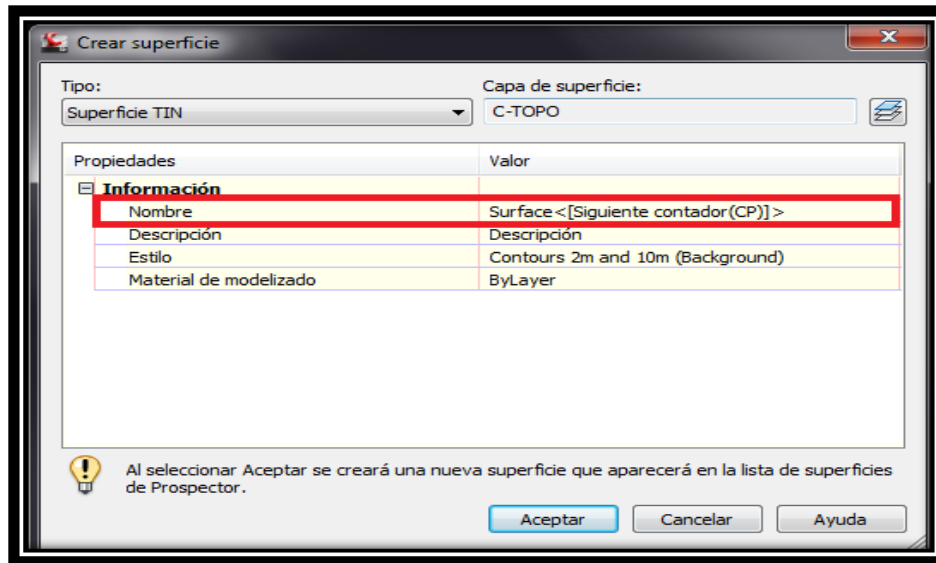


Figura 4.96 Asignación del nombre de la superficie

Damos clic izquierdo en **Surface<[Siguiete contador(CP)]>** y nos aparecerá con un fondo azul esperando a que le coloquemos un nombre de la siguiente manera:

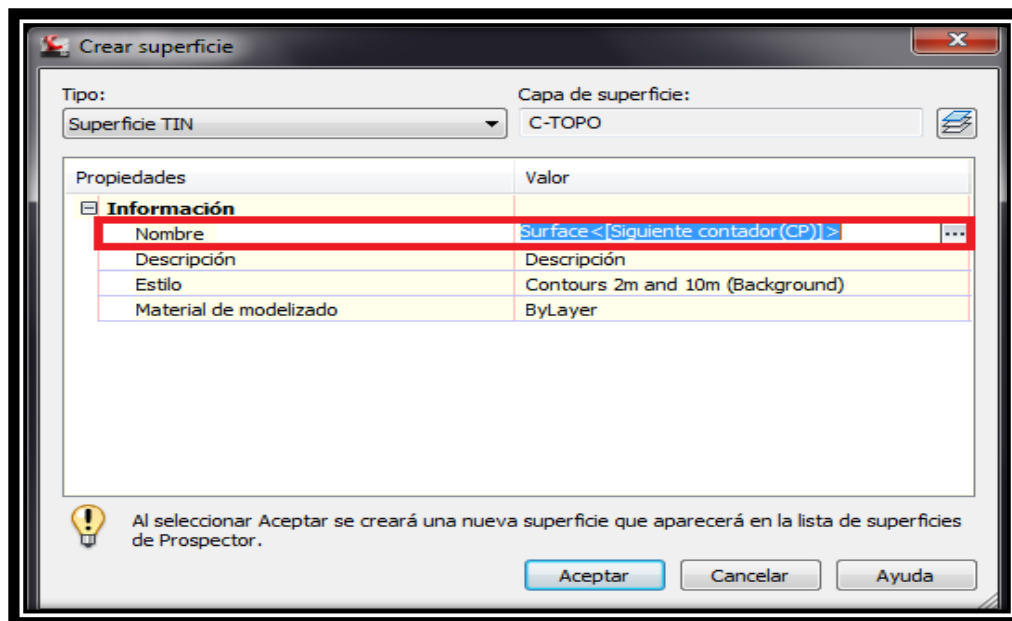


Figura 4.97 Selección en el nombre de estilo de superficie

En nuestro caso le colocaremos “**ADOQUINADO**” y después damos clic izquierdo en **Aceptar**

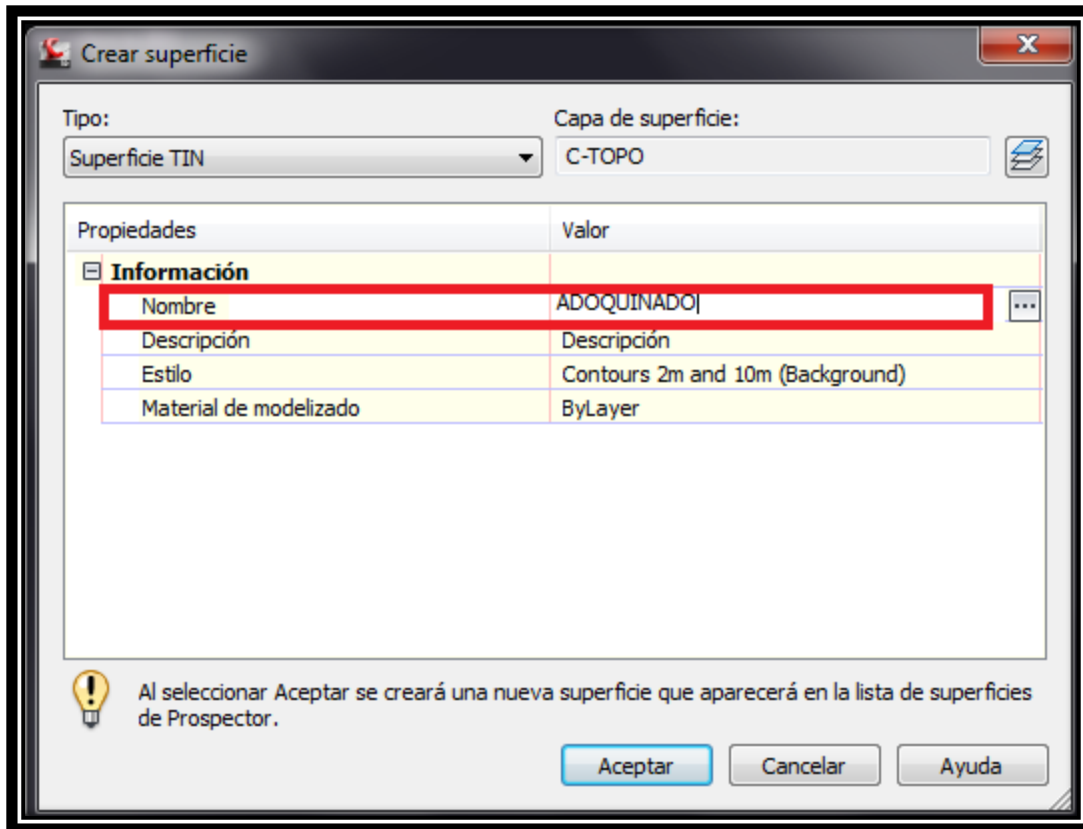


Figura 4.98 Asignación del nombre de la superficie

Ahora damos clic izquierdo en **Modificar**

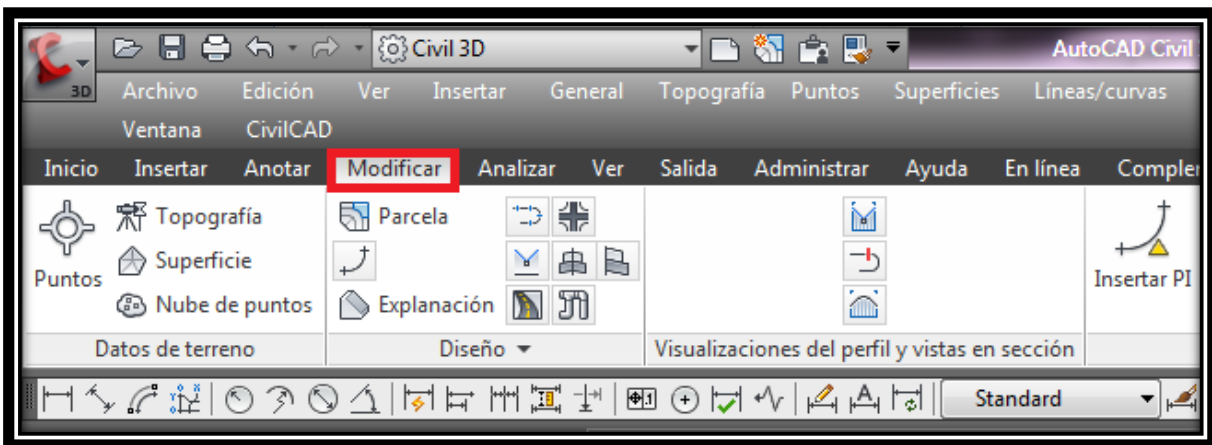


Figura 4.99 Selección en el ícono de Modificar

Damos clic izquierdo en **Superficie**

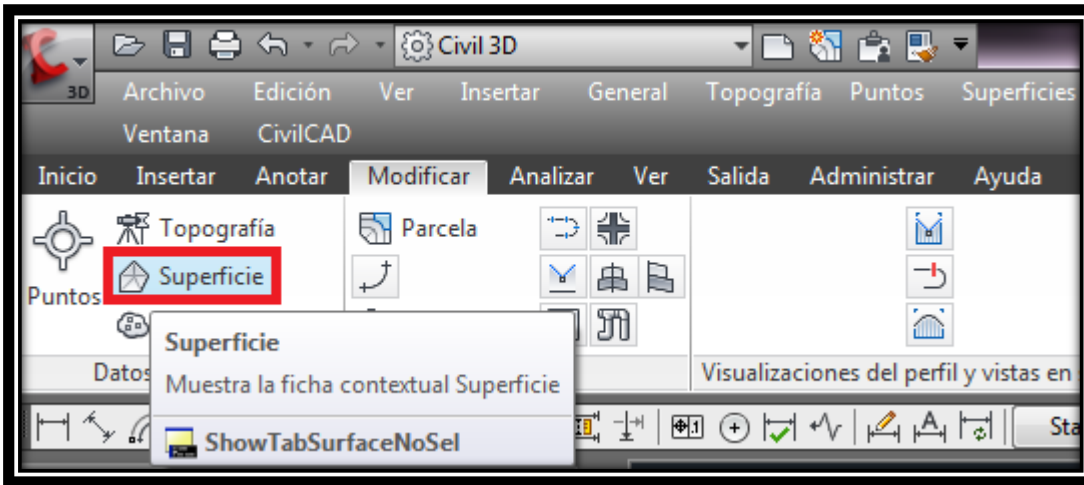


Figura 4.100 Selección del ícono superficie

Damos clic izquierdo en **Añadir datos** y nos aparece la siguiente información:

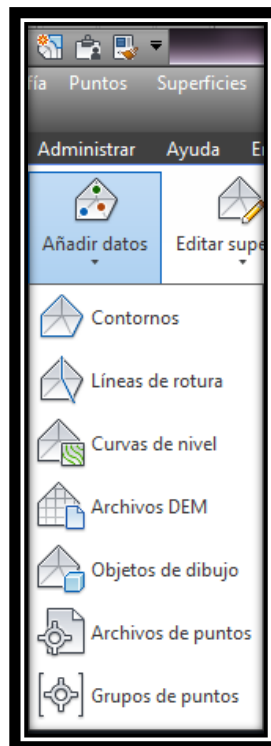


Figura 4.101 Añadir datos a la superficie

Damos clic izquierdo en **Grupo de puntos**

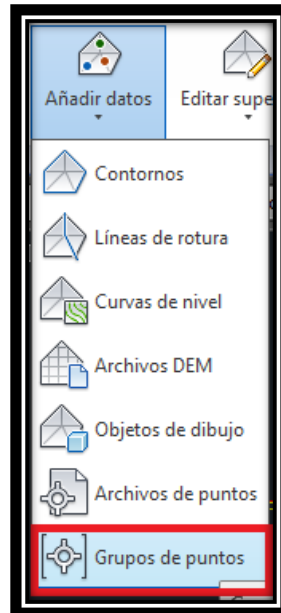


Figura 4.102 Seleccionando Grupo de puntos

Al hacer clic izquierdo sobre **Grupo de puntos** nos aparecerá la siguiente ventana en donde elegiremos nuestra superficie haciendo clic izquierdo sobre el nombre que le hemos colocado y posteriormente clic izquierdo sobre **Aplicar** y después **Aceptar**

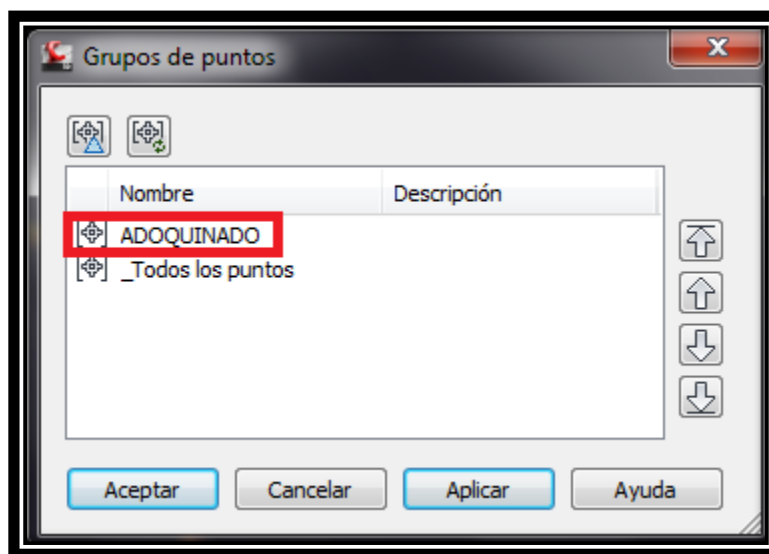


Figura 4.103 Seleccionando el grupo de puntos creado

Y nos aparecerá nuestro dibujo de la siguiente manera:

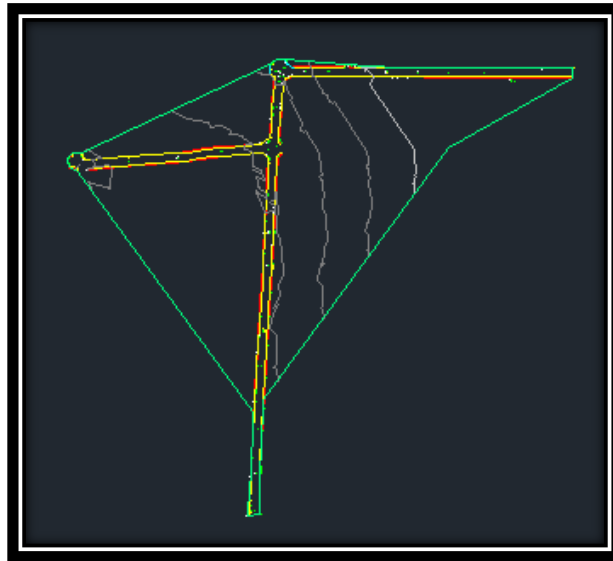


Figura 4.104 Superficie en el área de dibujo

Modificaremos nuestra superficie haciendo clic izquierdo y derecho sobre ella de la siguiente manera y nos muestra la siguiente información eligiendo **propiedades de superficie**

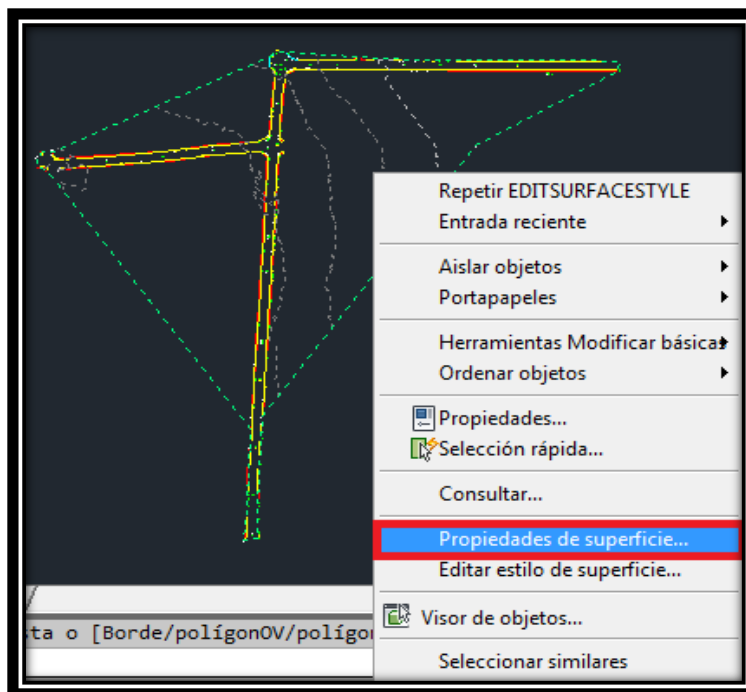


Figura 4.105 Propiedades de superficie

Cuando hacemos clic izquierdo sobre **Propiedades de superficie** nos presenta la siguiente ventana:

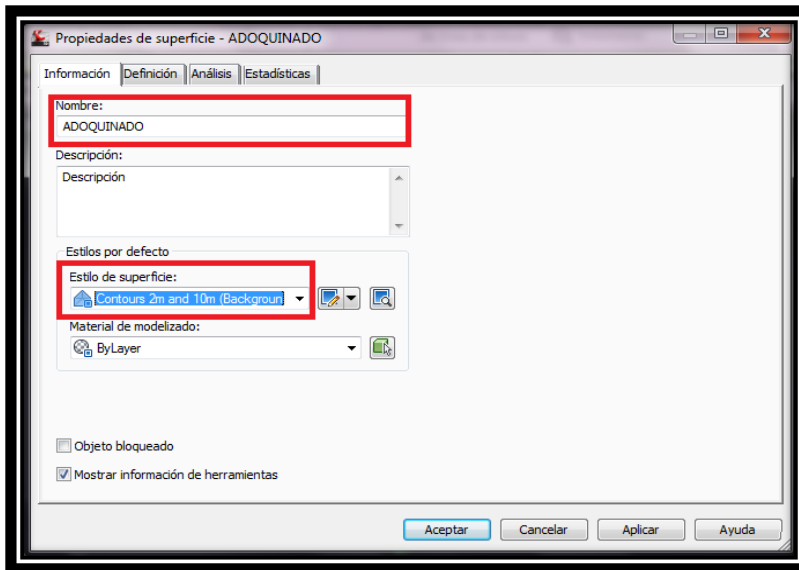


Figura 4.106 Propiedades de Superficie

En la ventana anterior podemos apreciar lo que es el nombre de nuestra superficie como también el **Estilo de superficie** actual, en el **Estilo de superficie** la modificaremos y pondremos la siguiente que será **Contornos y triángulos** como se muestra en la siguiente imagen y damos clic izquierdo sobre **Aplicar** y **Aceptar**:

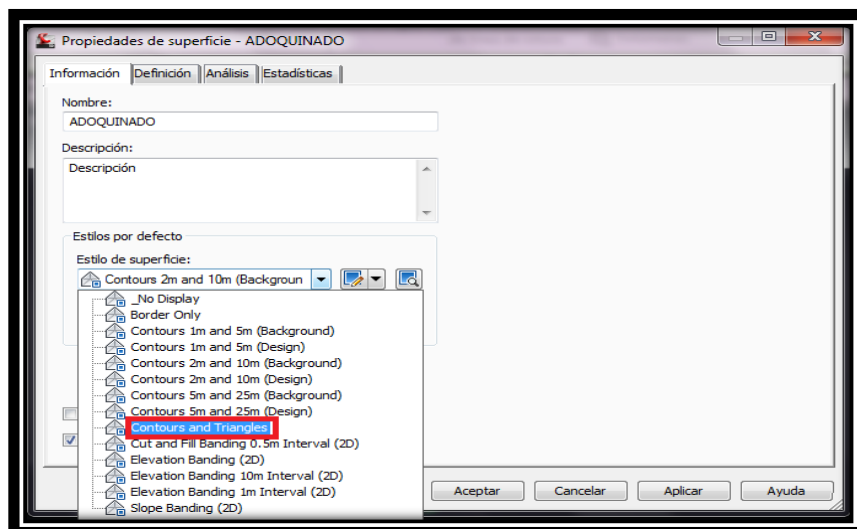


Figura 4.107 Contornos y Triángulos

4.20 CURVAS DE NIVEL

Para crear las curvas de nivel damos clic izquierdo y derecho sobre la superficie elegimos **Propiedades de superficie** y en la ventana que se nos presenta damos clic en los intervalos que nos interesa se nos presenten las curvas

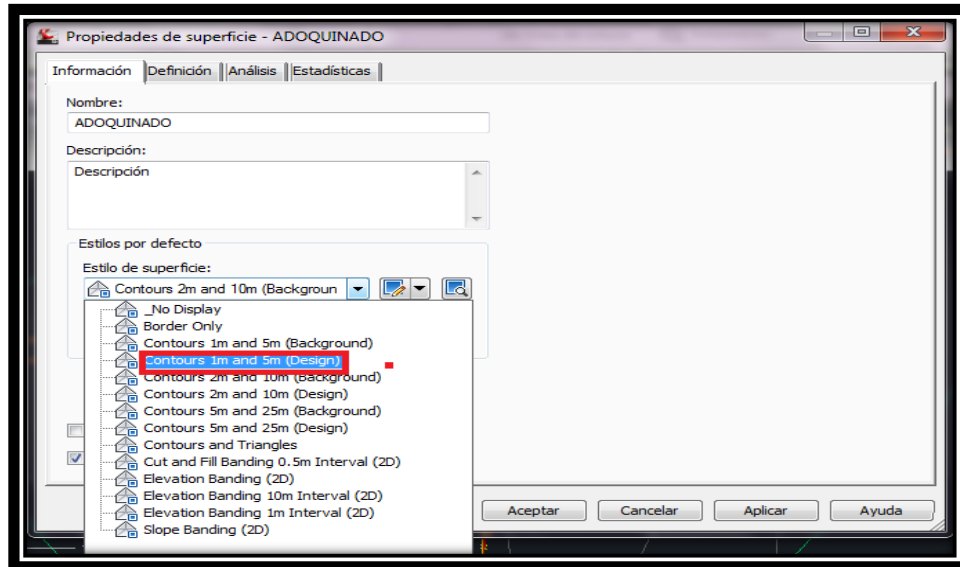


Figura 4.108 Contornos de 1m a 5m

Damos clic en **Aplicar** y **Aceptar**.

Al Aceptar los intervalos anteriores en las curvas de nivel nos aparecerán en nuestro dibujo con colores predeterminados.

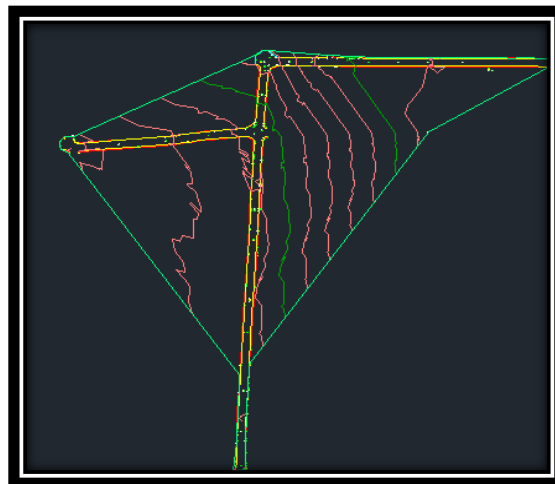


Figura 4.109 Curvas de nivel en el área de dibujo

Para modificar los colores de nuestras curvas de nivel damos nuevamente clic izquierdo y derecho sobre la superficie pero ahora elegimos **Editar estilo de superficie**

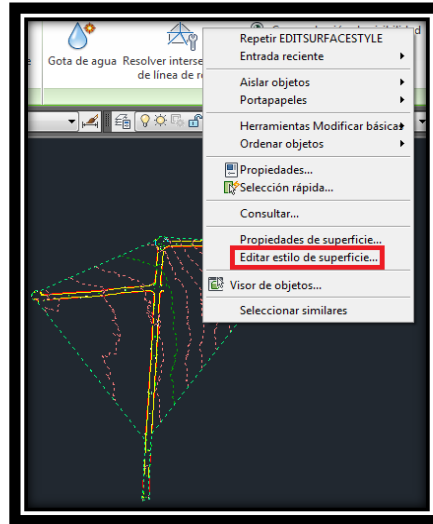


Figura 4.110 Edición de estilo de superficie

Al dar clic izquierdo sobre **Editar estilo de superficie** nos aparecerá la siguiente ventana:

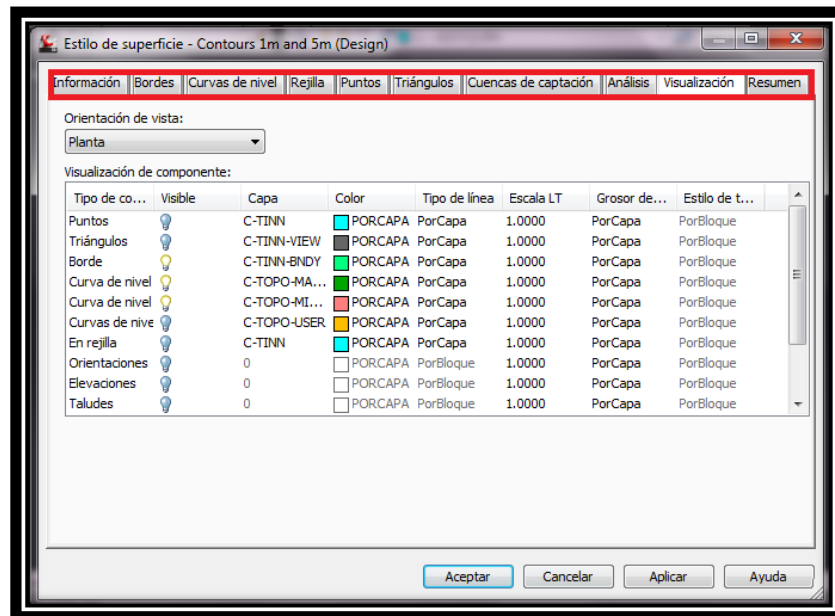


Figura 4.111 Parámetros de la curvas de nivel

En la imagen anterior tenemos información sobre nuestro estilo de superficie en el cual están todos los parámetros siguientes: **Información, Bordes, Curvas de nivel, Rejilla, Puntos, Triángulos, Cuencas de captación, Análisis, Visualización y Resumen.** De todos los anteriores nos interesan **Curvas de nivel** y **Visualización.**

Damos clic izquierdo sobre **Curvas de nivel** y nos aparece la siguiente ventana:

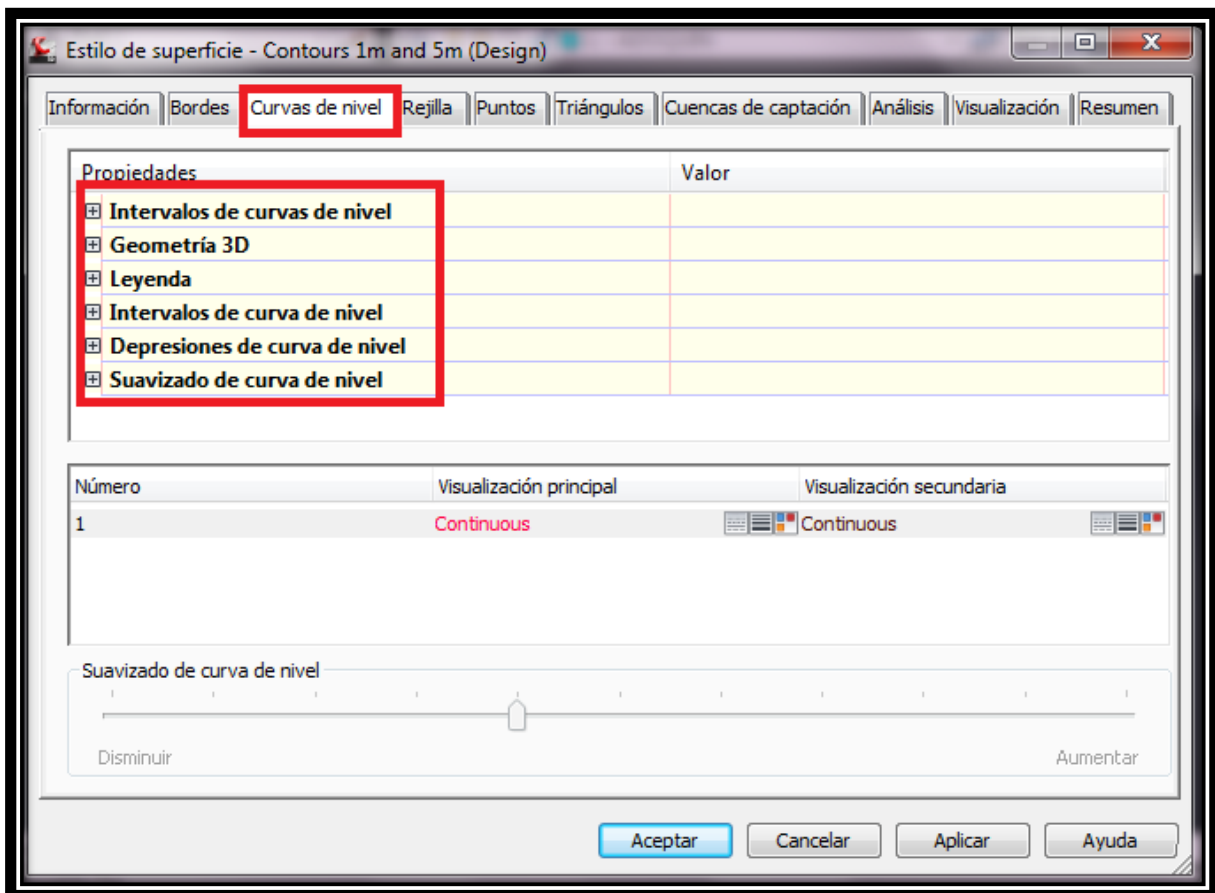


Figura 4.112 Propiedades de curvas de nivel

Los parámetros que nos encontramos dentro de **Curvas de nivel** son los **Intervalos de curvas de nivel, Geometría 3D, Leyenda, Intervalos de curva de nivel, Depresiones de curva de nivel** y **Suavizado de curva de nivel** de los cuales nos interesan los **Intervalos** y **Suavizado de curva de nivel.**

Al hacer clic en el signo (+) de **Intervalos de curva de nivel** nos presenta la siguiente información:

+ Leyenda	
- Intervalos de curva de nivel	
Elevación base	0.000m
Intervalo secundario	1.000m
Intervalo principal	5.000m
+ Depresiones de curva de nivel	

Figura 4.113 Intervalos de curvas de nivel

Podemos apreciar en la imagen anterior que nuestros Intervalos secundarios y principales están correctos.

Posteriormente damos clic izquierdo en el signo (+) de **Suavizado de curva de nivel** y nos presenta la siguiente información:

+ Leyenda	
+ Intervalos de curva de nivel	
+ Depresiones de curva de nivel	
- Suavizado de curva de nivel	
Suavizar curvas de nivel	Falso
Tipo de suavizado	Añadir vértices

Figura 4.114 Suavizado de curvas de nivel

Damos clic sobre **Falso** y nos queda de la siguiente manera:

Propiedades	Valor
+ Leyenda	
+ Intervalos de curva de nivel	
+ Depresiones de curva de nivel	
- Suavizado de curva de nivel	
Suavizar curvas de nivel	Falso
Tipo de suavizado	Añadir vértices

Figura 4.115 Selección de suavizado de curvas de nivel

Al ver que la opción **Falso** tiene un fondo azul volvemos a dar clic sobre él y nos muestra lo siguiente:



Figura 4.116 Selección en la opción de Falso

Elegimos **Verdadero** que significa que si queremos suavizar nuestras curvas de nivel:

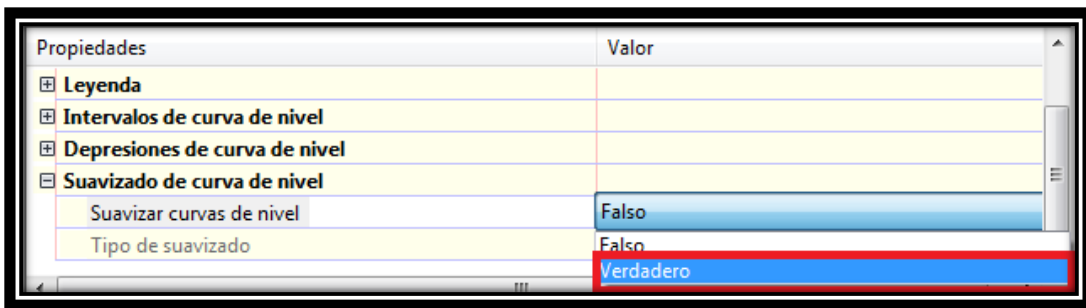


Figura 4.117 Selección en Verdadero

Y nos pasamos a la parte inferior de nuestra ventana principal en donde se encuentra el **Suavizado de curva de nivel** y movemos el indicador hasta el máximo de **Aumentar** y damos **Aplicar** como se muestra en la imagen siguiente:

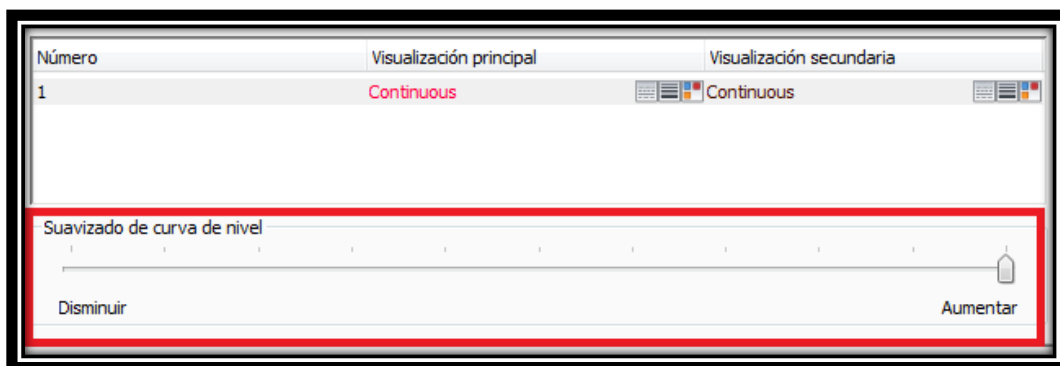


Figura 4.118 Indicador de suavizado de curvas de nivel

Luego nos vamos a **Visualización** donde escogeremos el color de nuestras curvas mayores y menores como también el borde que deseamos:

Tipo de co...	Visible	Capa	Color	Tipo de línea	Escala LT	Grosor de...	Estilo de t...
Puntos		C-TINN	PORCAPA	PorCapa	1.0000	PorCapa	PorBloque
Triángulos		C-TINN-VIEW	PORCAPA	PorCapa	1.0000	PorCapa	PorBloque
Borde		C-TINN-BNDY	PORCAPA	PorCapa	1.0000	PorCapa	PorBloque
Curva de nivel		C-TOPO-MA...	PORCAPA	PorCapa	1.0000	PorCapa	PorBloque
Curva de nivel		C-TOPO-MI...	PORCAPA	PorCapa	1.0000	PorCapa	PorBloque
Curvas de nive		C-TOPO-USER	PORCAPA	PorCapa	1.0000	PorCapa	PorBloque
En rejilla		C-TINN	PORCAPA	PorCapa	1.0000	PorCapa	PorBloque
Orientaciones		0	<input type="checkbox"/> PORCAPA	PorBloque	1.0000	PorCapa	PorBloque
Elevaciones		0	<input type="checkbox"/> PORCAPA	PorBloque	1.0000	PorCapa	PorBloque
Taludes		0	<input type="checkbox"/> PORCAPA	PorBloque	1.0000	PorCapa	PorBloque

Figura 4.119 Visualización de componentes

Para elegirlos damos clic izquierdo sobre el color donde dice Curva de nivel y lo escogemos, nosotros escogeremos amarillo para curvas mayores, verdes para las menores y el borde cyan después damos clic izquierdo sobre **Aplicar y Aceptar** nos queda de la siguiente manera:

Tipo de co...	Visible	Capa	Color	Tipo de línea	Escala LT	Grosor de...	Estilo de t...
Puntos		C-TINN	PORCAPA	PorCapa	1.0000	PorCapa	PorBloque
Triángulos		C-TINN-VIEW	PORCAPA	PorCapa	1.0000	PorCapa	PorBloque
Borde		C-TINN-BNDY	cián	PorCapa	1.0000	PorCapa	PorBloque
Curva de nivel		C-TOPO-MA...	amarillo	PorCapa	1.0000	PorCapa	PorBloque
Curva de nivel		C-TOPO-MI...	verde	PorCapa	1.0000	PorCapa	PorBloque
Curvas de nive		C-TOPO-USER	PORCAPA	PorCapa	1.0000	PorCapa	PorBloque
En rejilla		C-TINN	PORCAPA	PorCapa	1.0000	PorCapa	PorBloque
Orientaciones		0	<input type="checkbox"/> PORCAPA	PorBloque	1.0000	PorCapa	PorBloque
Elevaciones		0	<input type="checkbox"/> PORCAPA	PorBloque	1.0000	PorCapa	PorBloque
Taludes		0	<input type="checkbox"/> PORCAPA	PorBloque	1.0000	PorCapa	PorBloque

Figura 4.120 Selección de colores para las curvas de nivel

Y nuestro dibujo se presenta ahora de la siguiente forma:



Figura 4.121 Curvas de nivel en el área de dibujo

Se aprecia en la figura el cambio que hemos hecho nuestras curvas mayores amarillas las menores verdes y el borde cyan y así para cualquier tipo de dibujo que interese las curvas de nivel.

4.21 CREACIÓN DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

Para trazar el alineamiento horizontal debemos tener en cuenta las normas de diseño de carreteras Centroamericana, para el caso la siguiente tabla en donde podemos observar que para una velocidad de diseño de 40Km/h es necesario un radio de 55m en las curvas horizontales.

e (%)	V=20 KPH Radio (m)	V=30 KPH Radio (m)	V=40 KPH Radio (m)	V=50 KPH Radio (m)	V=60 KPH Radio (m)	V=70 KPH Radio (m)
-6.0	11	32	74	151	258	429
-5.0	10	31	70	141	236	386
-4.0	10	30	66	131	218	351
-3.0	10	28	63	123	202	322
-2.8	10	28	62	122	200	316
-2.6	10	28	62	120	197	311
-2.4	10	28	61	119	194	306
-2.2	10	27	61	117	192	301
-2.0	10	27	60	116	189	297
-1.5	9	27	59	113	183	286
0.0	9	25	55	104	167	257
1.5	9	24	51	96	153	234
2.0	9	24	50	94	149	227
2.2	8	23	50	93	148	224
2.4	8	23	50	92	146	222
2.6	8	23	49	91	145	219
2.8	8	23	49	90	143	217
3.0	8	23	48	89	142	214
3.2	8	23	48	89	140	212
3.4	8	23	48	88	139	210
3.6	8	22	47	87	138	207
3.8	8	22	47	86	136	205
4.0	8	22	47	86	135	203
4.2	8	22	46	85	134	201
4.4	8	22	46	84	132	199
4.6	8	22	46	83	131	197
4.8	8	22	45	83	130	195
5.0	8	21	45	82	129	193
5.2	8	21	45	81	128	191
5.4	8	21	44	81	127	189
5.6	8	21	44	80	125	187
5.8	8	21	44	79	124	185
6.0	8	21	43	79	123	184

Para trazar el Alineamiento Horizontal damos clic izquierdo en **Alineación** como se muestra en la figura:

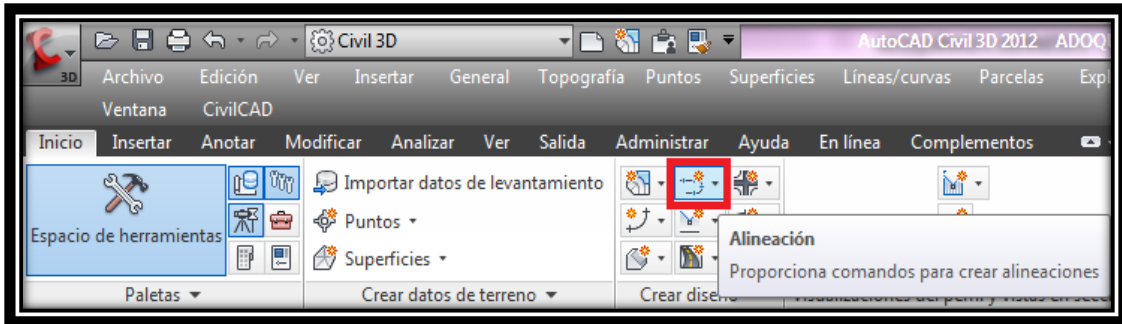


Figura 4.122 Selección del ícono del alineamiento horizontal

Después de dar clic izquierdo sobre **Alineación** nos aparecerá la siguiente ventana donde daremos clic en **Herramientas de creación de alineaciones**

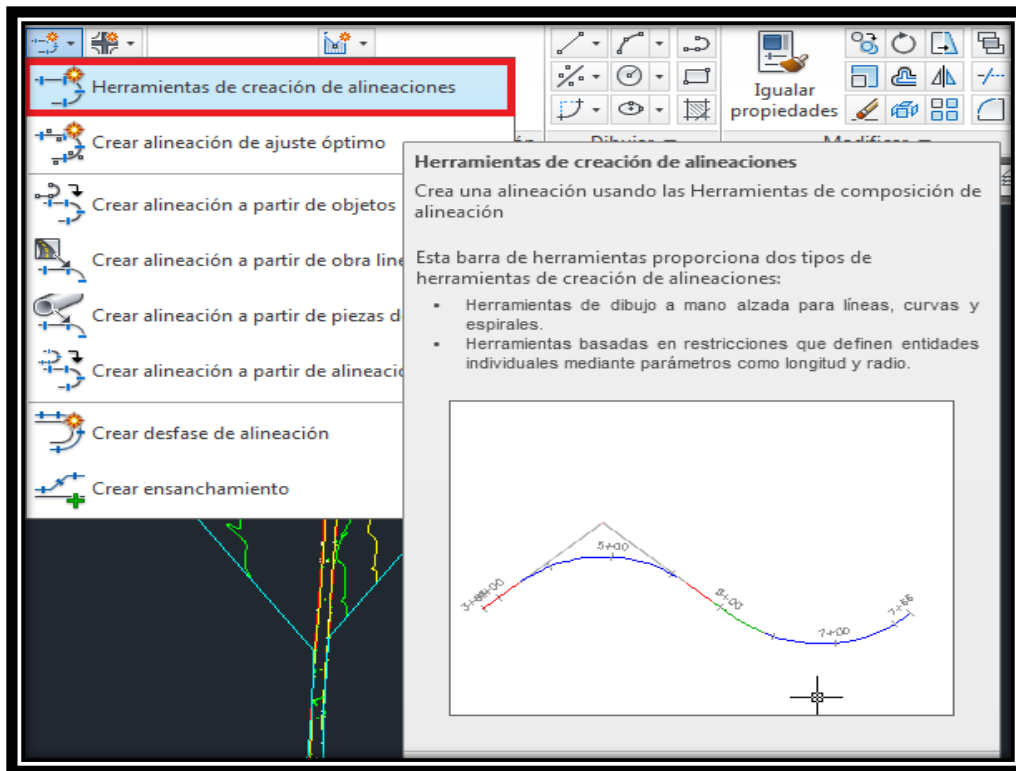


Figura 4.123 Herramientas de creación de alineaciones

Una vez hemos dado clic izquierdo sobre **Herramientas de creación de alineaciones** nos aparecerá la siguiente ventana:

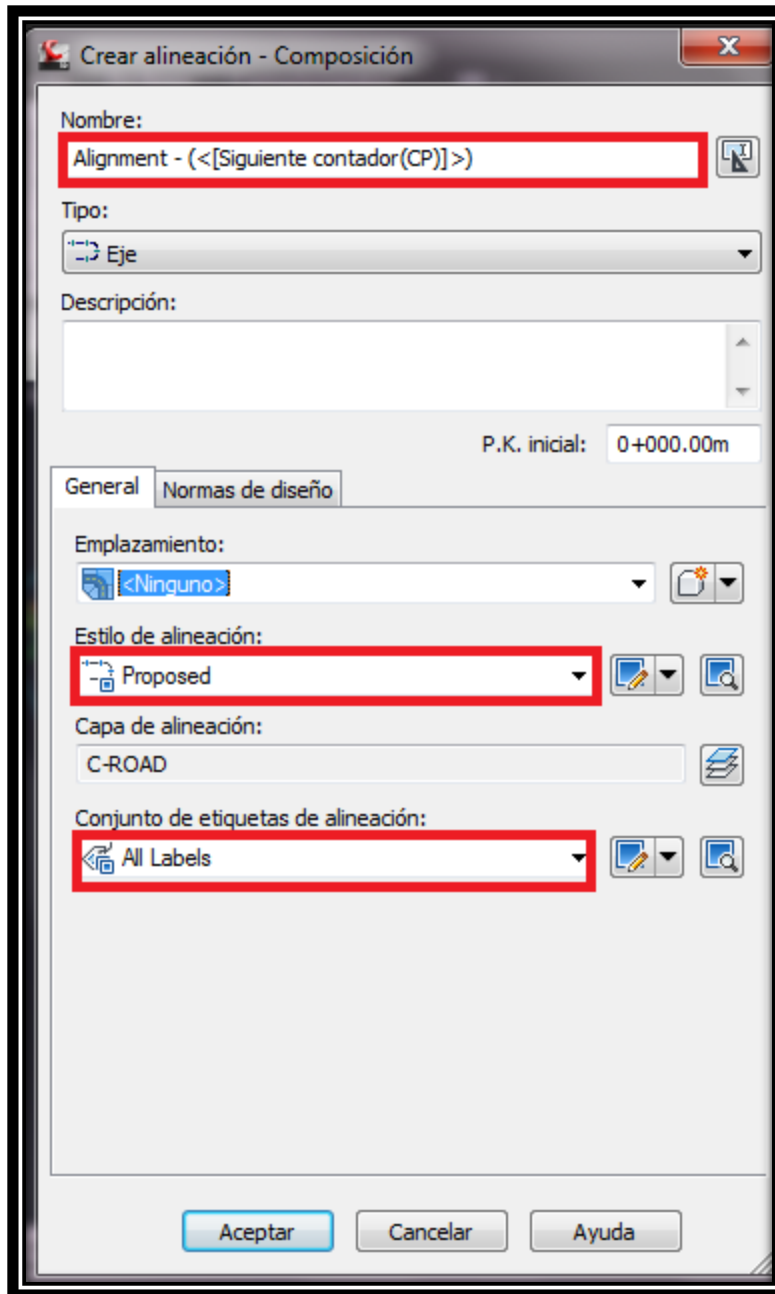


Figura 4.124 Composición de alineación

En el cuadro superior le pondremos el nombre del alineamiento en este caso le pondremos **ALINAVPRINCIPAL** en **Estilo de alineación** elegiremos **Existing** y el **Conjunto de etiquetas de alineación** elegiremos **All Labels**:

En la ventana anterior seleccionaremos **“Normas de Diseño”** como se muestra en la siguiente imagen:

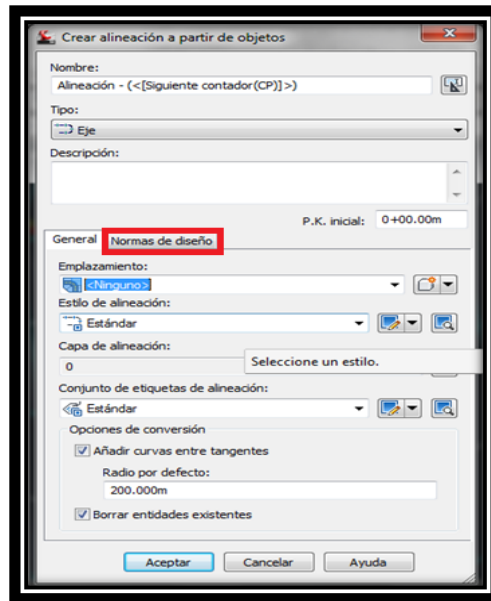


Figura 4.125 Normas de diseño

En las pestañas de normas de diseño activamos las opciones para que el alineamiento adopte un comportamiento de diseño y posteriormente presionamos **“Aceptar”**

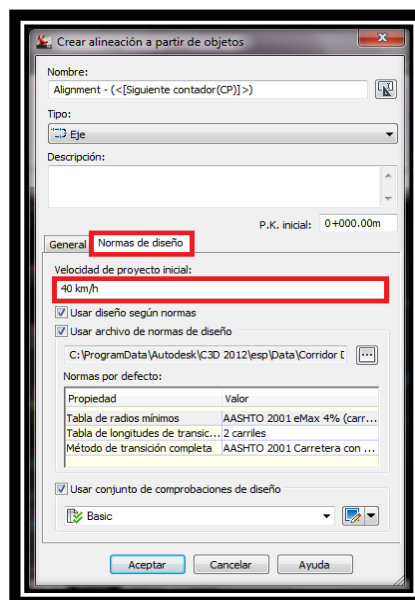


Figura 4.126 Velocidad de proyecto inicial, diseño según normas

Posteriormente seleccionamos el siguiente ícono que se muestra en la imagen:

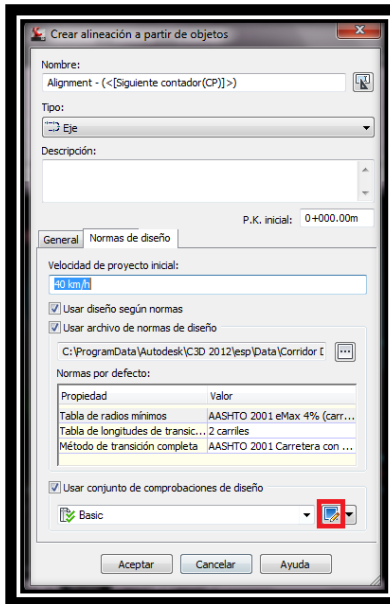


Figura 4.127 Seleccionando icono

Al seleccionarlo nos mostrará la siguiente caja de diálogo:

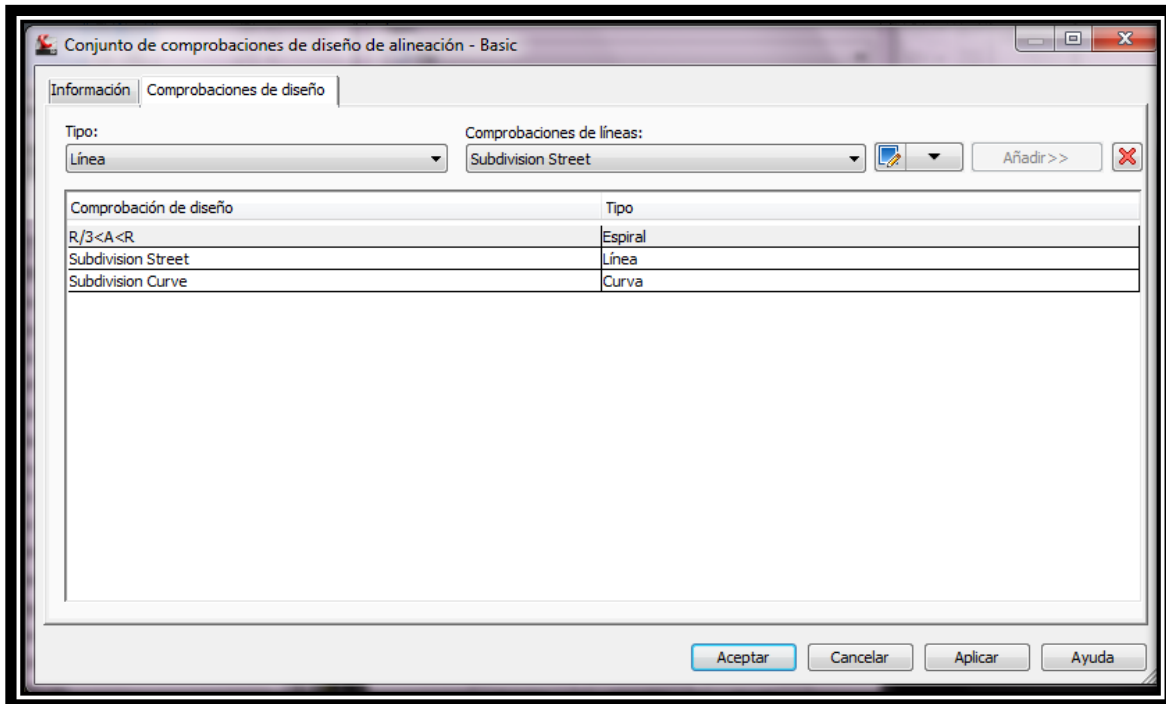


Figura 4.128 Conjunto de comprobaciones de diseño

Después seleccionaremos la opción curva como se muestra en la siguiente imagen:

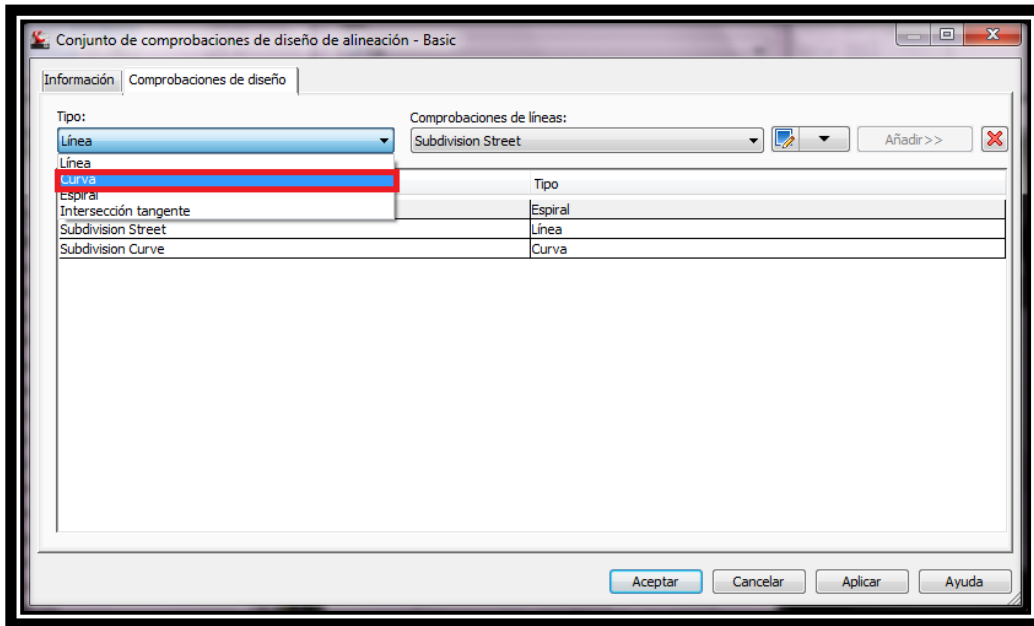


Figura 4.129 Seleccionando Curva

Al seleccionar la opción “**Curva**” posteriormente damos clic en el siguiente ícono:

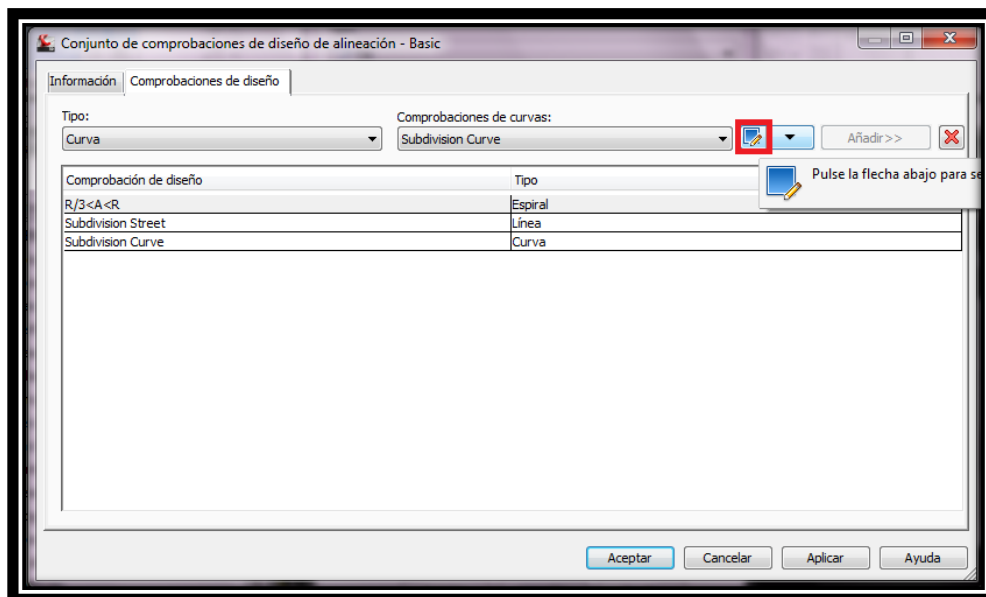


Figura 4.130 Seleccionando icono

Al dar clic en el ícono anterior nos muestra la siguiente caja de diálogo la cual se denomina “**Editar comprobación de diseño**”:

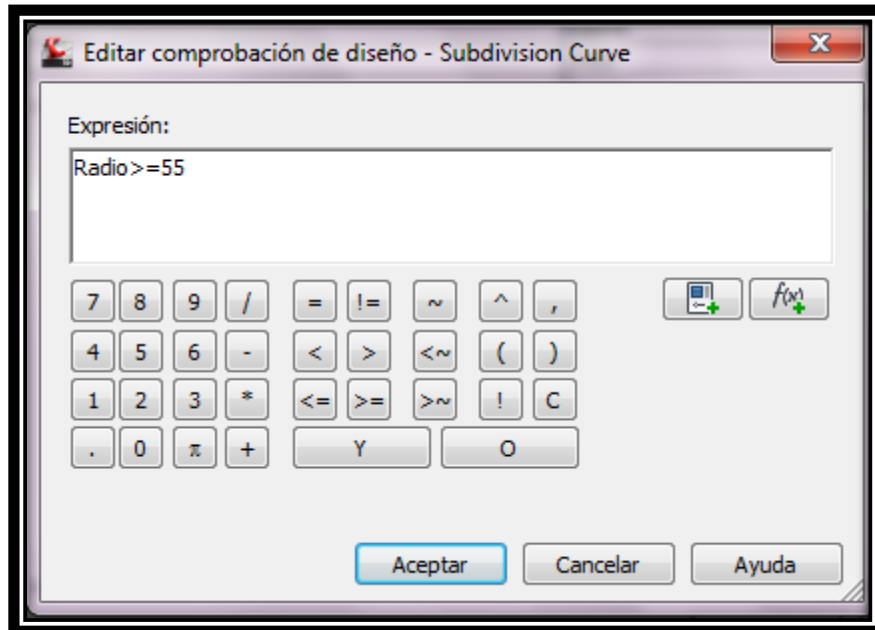


Figura 4.131 Caja de diálogo de comprobación de diseño

Es en la caja de diálogo anterior que colocaremos el radio de curva según diseño para éste será de 55 y damos “**Aceptar**”:

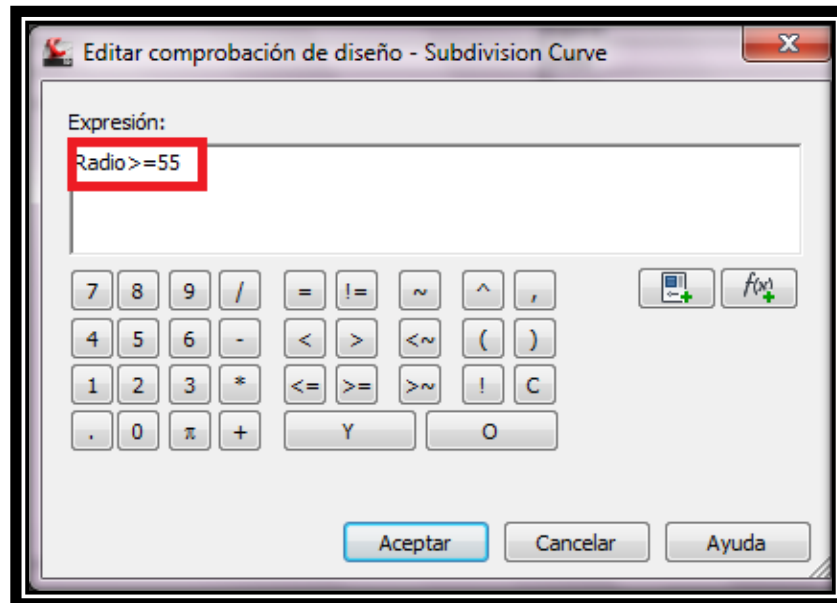


Figura 4.132 Digitando radio según normas de diseño

Nos aparecerá en el área de dibujo el alineamiento de la siguiente manera:

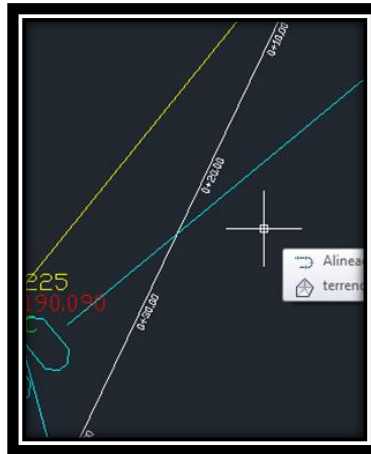


Figura 4.133 Alineamiento en el área de dibujo

Ahora haremos la corrección de errores por Normas de Diseño, como el alineamiento fue diseñado con normas técnicas alguna incongruencia será representada con un símbolo de precaución:

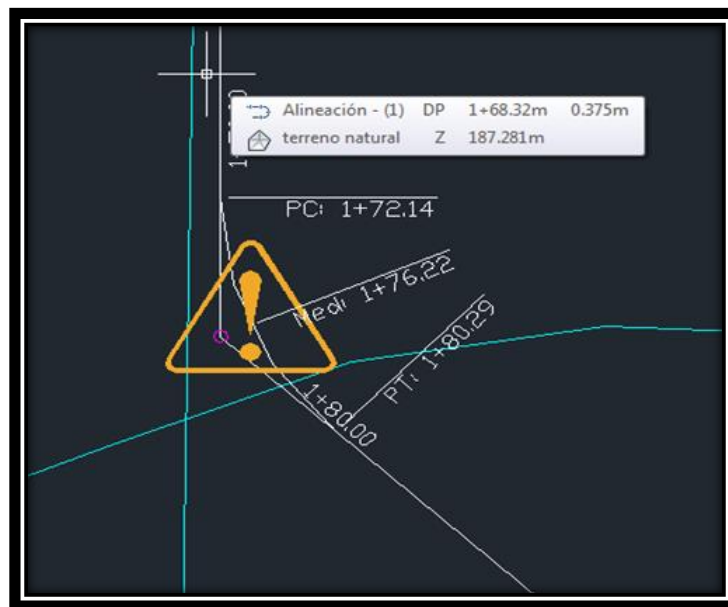


Figura 4.134 Símbolo de precaución en el Alineamiento

Para ver las contradicciones o errores damos clic sobre el alineamiento y luego en Editor Geométrico como se muestra en la siguiente imagen:

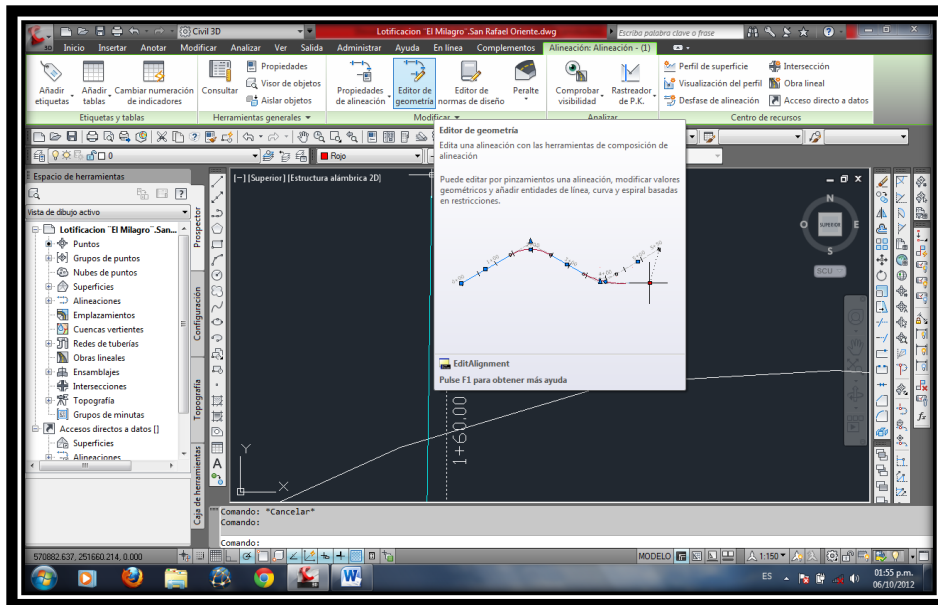


Figura 4.135 Editor geométrico

Nos aparecerán las herramientas de composición de alineación en donde daremos clic en vista de rejilla de alineación:

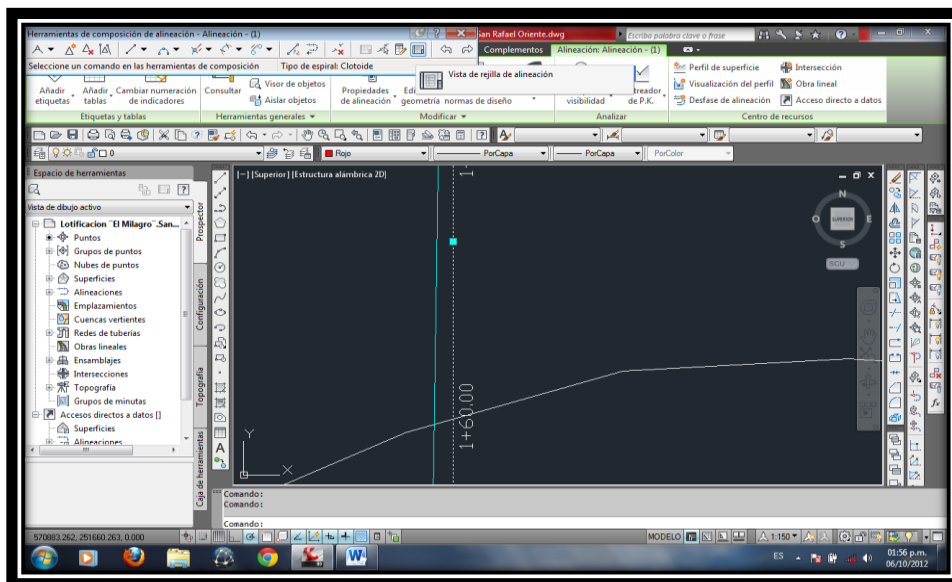


Figura 4.136 Rejilla de alineación

Nos mostrará un cuadro en donde aparecerán las precauciones, en el ejemplo se muestra en el radio la precaución que puede ser que el radio es menor que el estipulado por Norma:

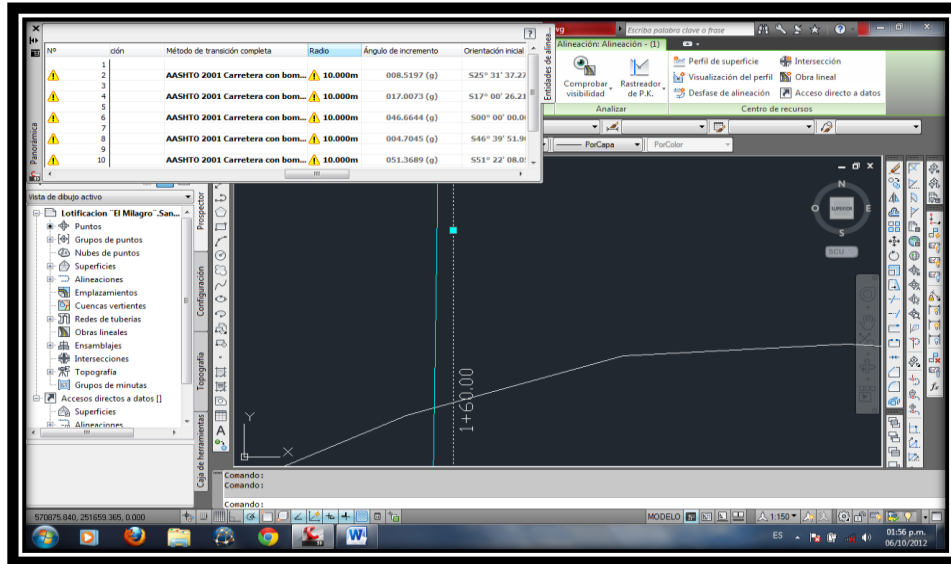


Figura 4.137 Precauciones en el Alineamiento Horizontal

Podemos corregir las propiedades de diseño dando clic al alineamiento y luego en propiedades de alineación:

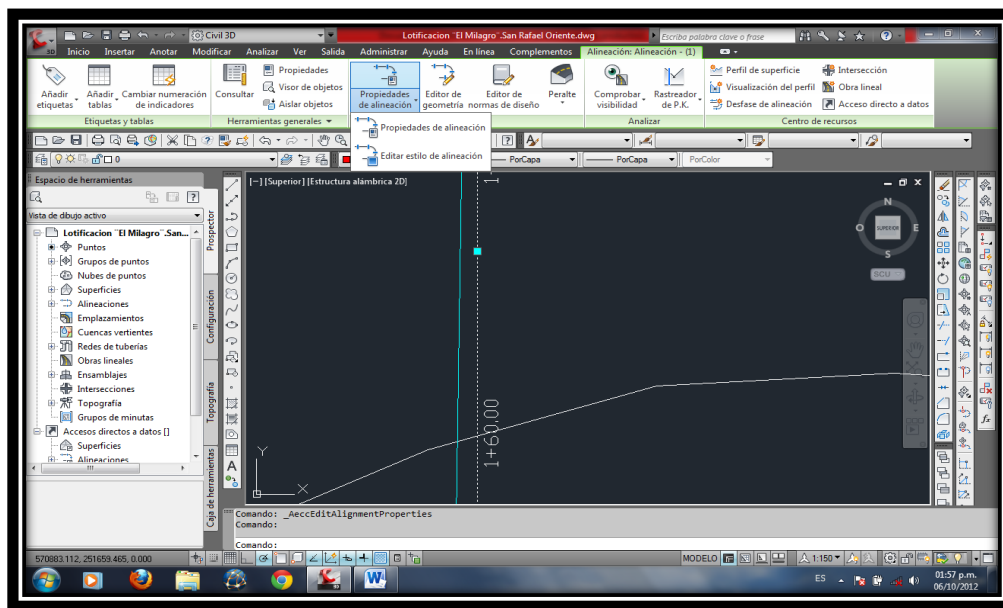


Figura 4.138 Propiedades de alineación

En la ventana que nos aparece daremos clic donde se muestra en la figura:

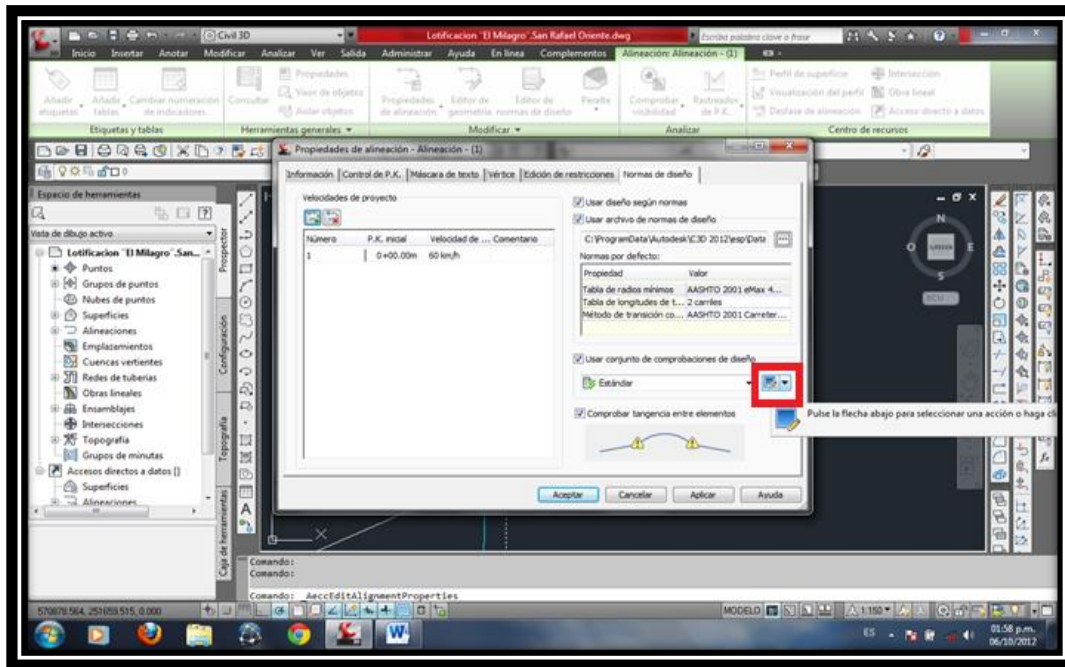


Figura 4.139 Selección para modificar geometría en el Alineamiento Horizontal

Se nos desplegará una caja de diálogo y damos clic en la pestaña comprobación de diseño luego en la flecha y damos clic en curva:

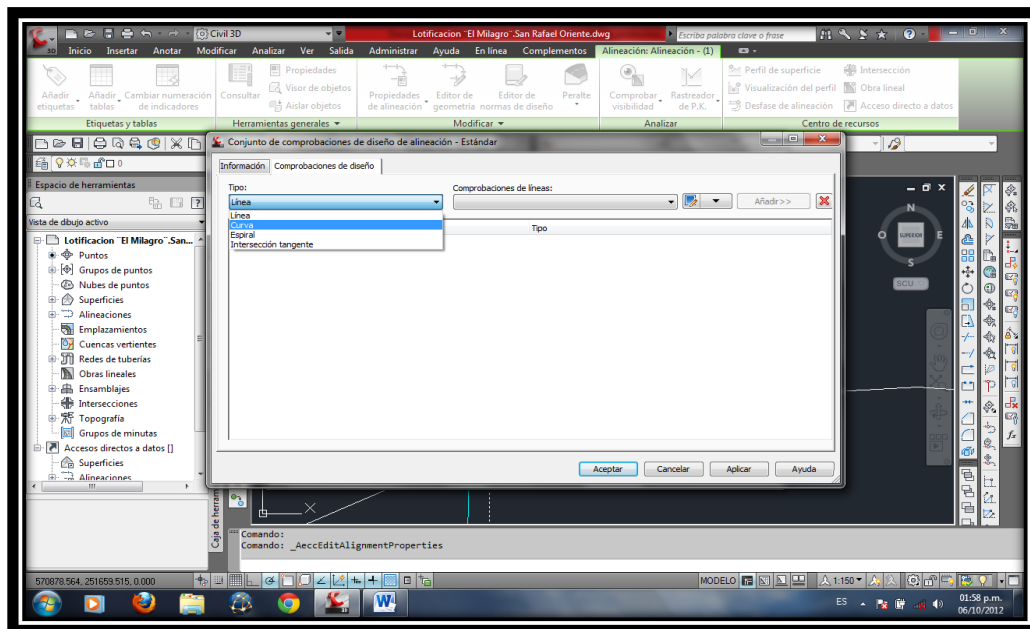


Figura 4.140 Selección de curva

Luego pulsar en la flecha y realizar cambios de radio:

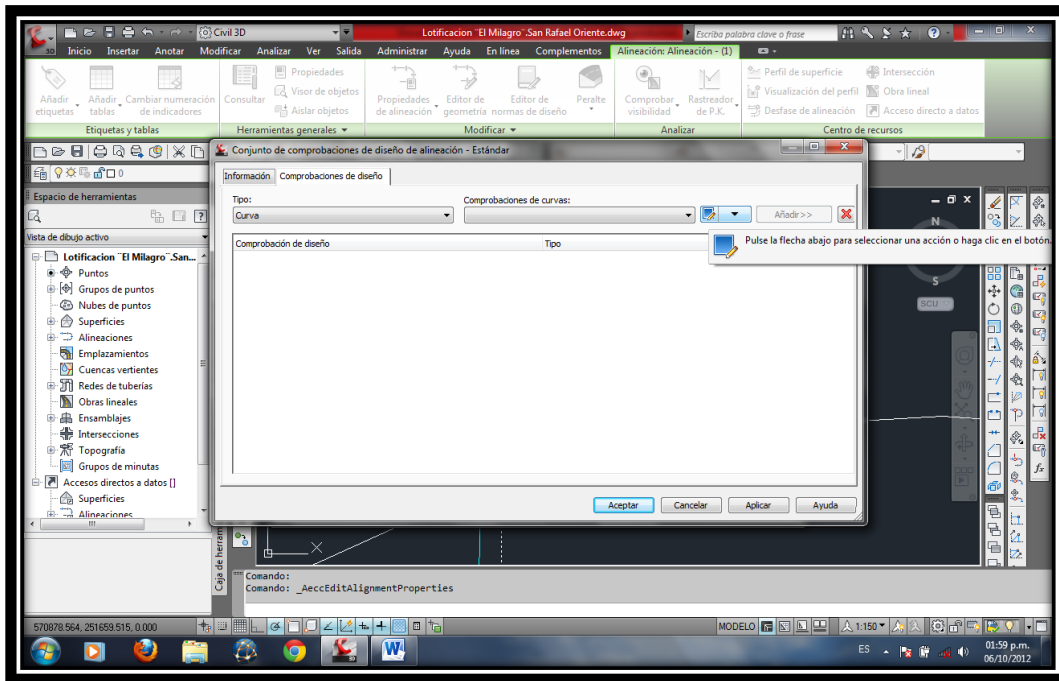


Figura 4.141 Cambios de radio

Luego de efectuar los cambios necesarios en radios desaparecerán las advertencias:

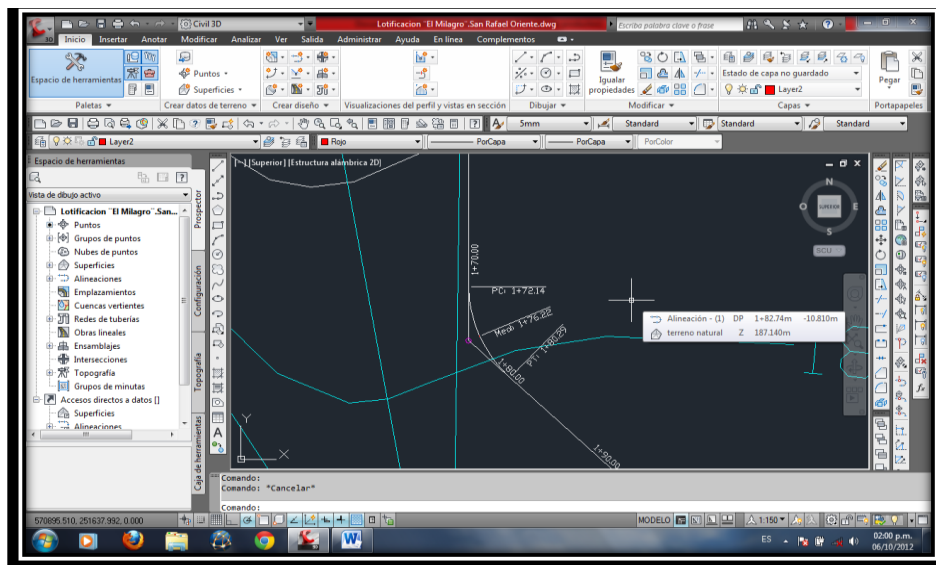


Figura 4.142 Alineamiento corregido

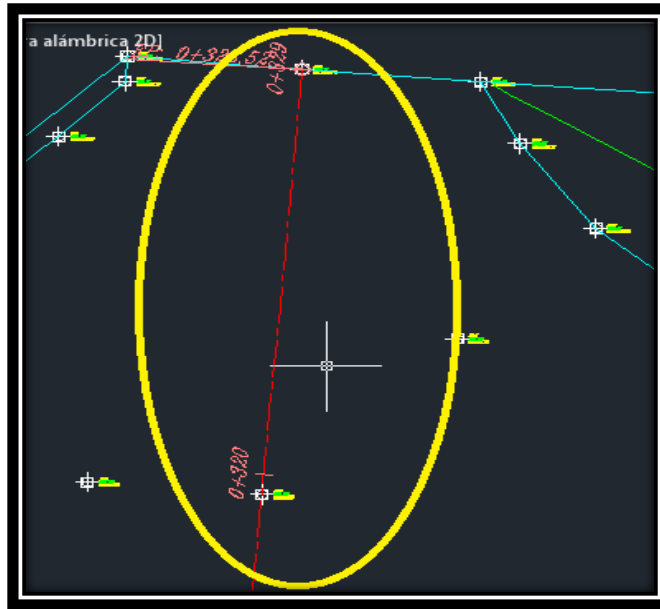


Figura 4.143 Alineamiento en el área de dibujo

Se observa en la figura que las tangentes son de color rojo y nuestras etiquetas rosadas y están a cada 20m y 10m si deseamos cambiar estos parámetros damos clic izquierdo y derecho sobre el alineamiento horizontal y elegimos **Editar estilo de alineación**:

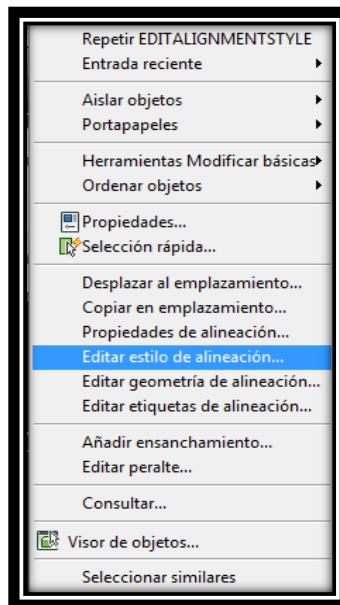


Figura 4.144 Editor de estilo de alineación

Al dar clic izquierdo en **Editar estilo de alineación** nos aparecerá la siguiente ventana:

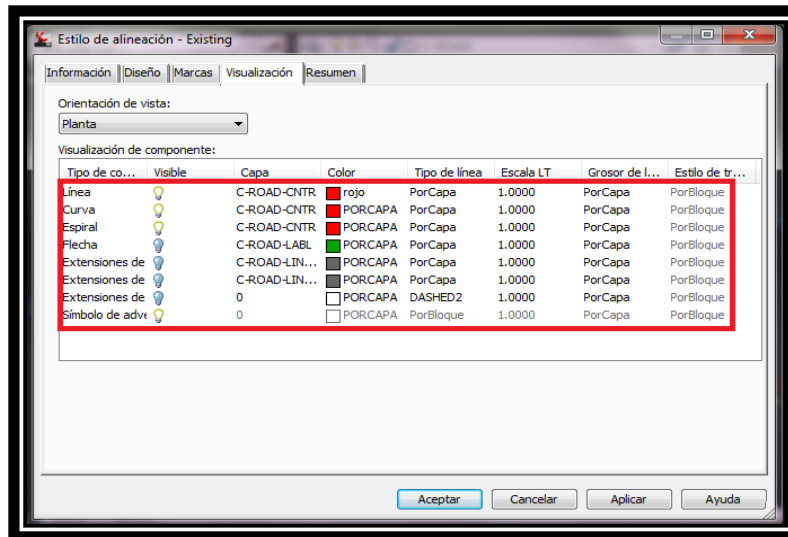


Figura 4.145 Colores para los elementos del alineamiento horizontal

En la imagen anterior se muestra un recuadro rojo en donde podemos indicar que color deseamos que nos aparezcan las **líneas** del alineamiento las **curvas**, **espirales** y **símbolos de emergencia** en nuestro caso lo dejaremos siempre de color rojo. Si necesitamos que nuestras etiquetas aparezcan de otro color seleccionamos el alineamiento horizontal y damos clic izquierdo y derecho y elegimos **Editar etiquetas de alineación**:

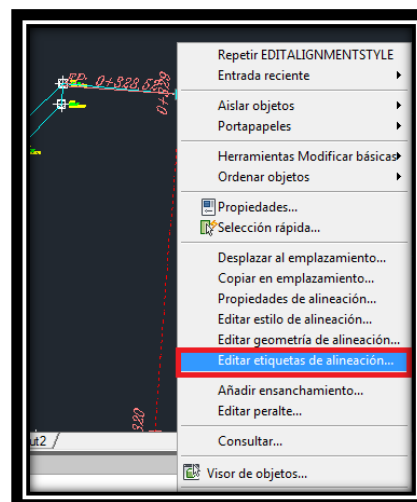


Figura 4.146 Editar etiquetas de alineación

Al dar clic izquierdo sobre **Editar etiquetas de alineación** nos aparecerá la siguiente ventana en donde elegimos que elemento le cambiaremos color de etiqueta y a cada cuanto deseamos que aparezcan:

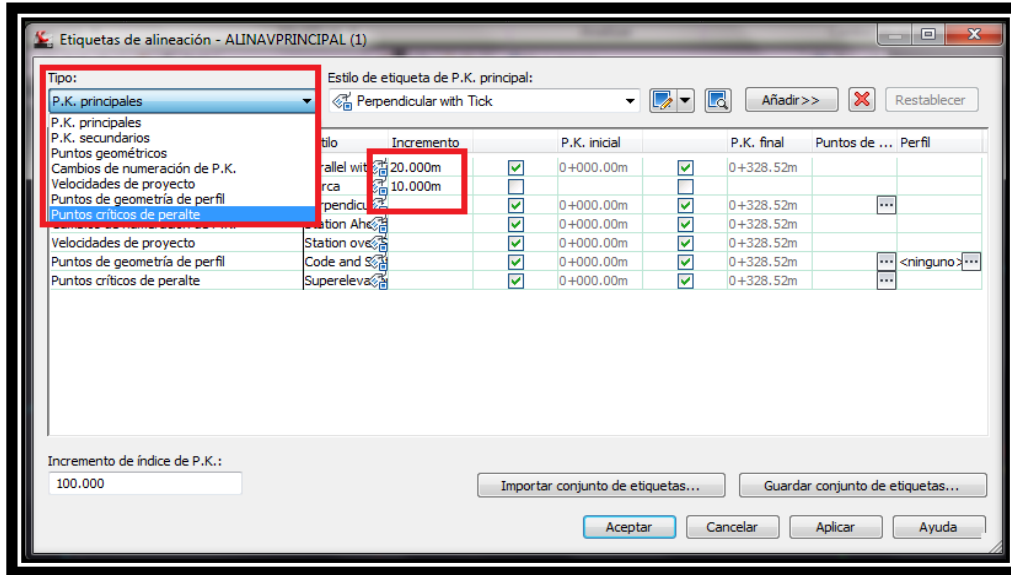


Figura 4.147 Selección de P.K.

Para cambiar el color de etiquetas damos clic izquierdo en:

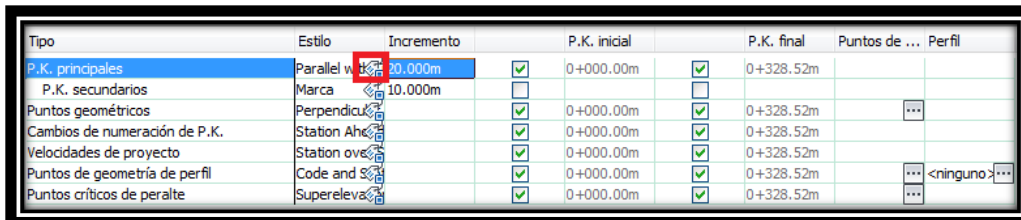


Figura 4.148 Cambio de color de etiquetas

Y nos aparecerá la siguiente ventana en donde daremos clic izquierdo en el ícono señalado:



Figura 4.149 Selección del ícono

Al dar clic en el ícono señalado nos aparece la siguiente ventana:

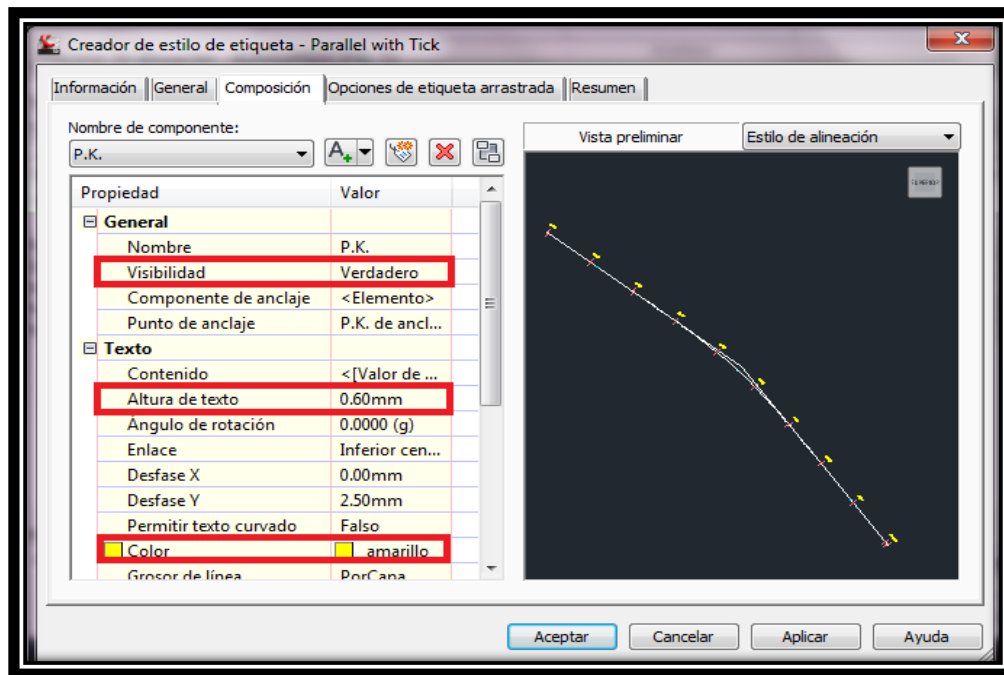


Figura 4.150 Creación del estilo de texto del ícono

Elegimos la Visibilidad como **Verdadero** en la **Altura de texto** colocamos 0.6 y en el **Color** seleccionamos amarillo y damos **Aplicar** y **Aceptar** a todas las ventanas que se nos presenten posteriormente y nuestras etiquetas quedan de la siguiente forma:

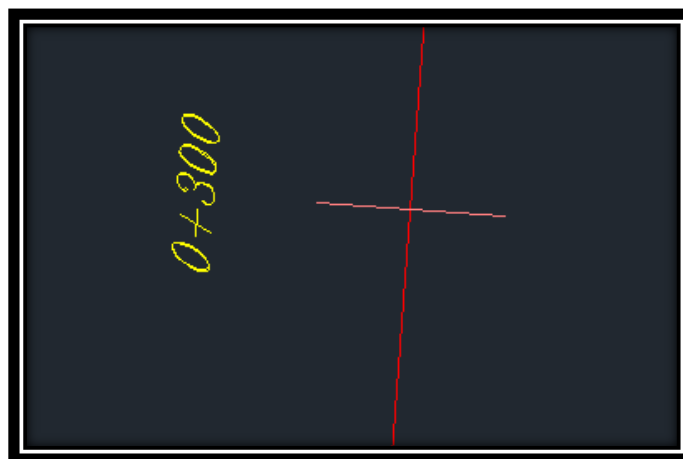


Figura 4.151 Etiquetas en el área de dibujo del Alineamiento Horizontal

De la misma manera realizaremos los alineamientos de la **Calle Principal** que es la que se encuentra en la parte superior de nuestro grupo y puntos y la **Calle Secundaria** que es la que se encuentra en medio del grupo de puntos y se nos mostrará así:

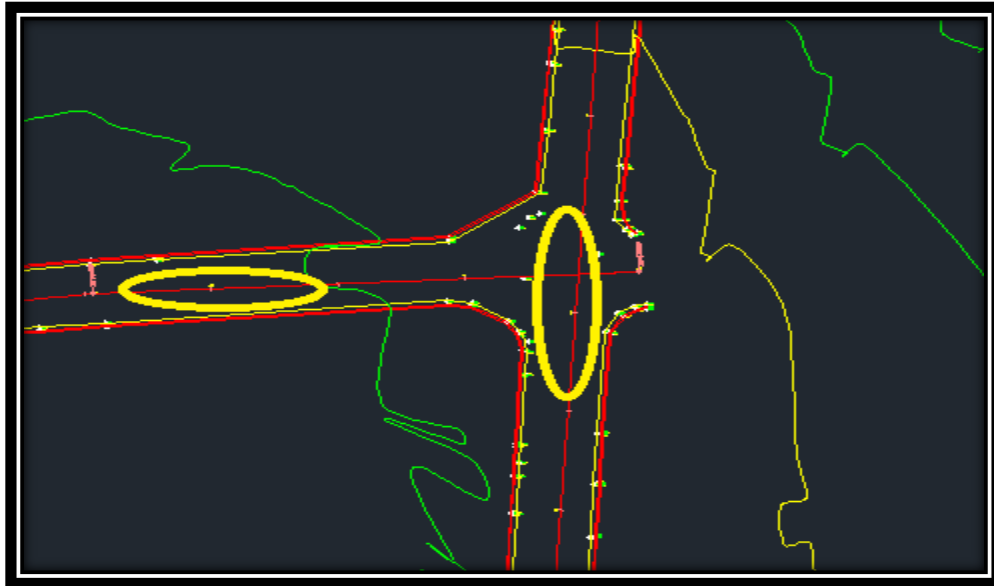


Figura 4.152 Alineamientos de la calle y de la avenida

4.22 CREACIÓN DE PERFILES

Para crear perfiles tenemos que tener creados primero los alineamientos horizontales que ya los tenemos creados ahora daremos clic izquierdo en **Perfil** como se muestra en la figura:

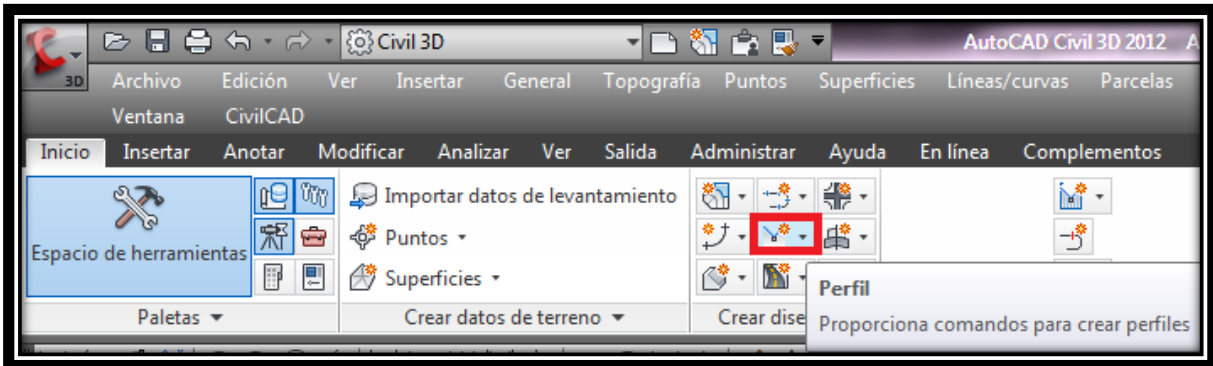


Figura 4.153 Icono de Perfil

Al dar clic izquierdo sobre **Perfil** se nos mostrará la ventana siguiente y daremos clic izquierdo en **Crear perfil de superficie**:

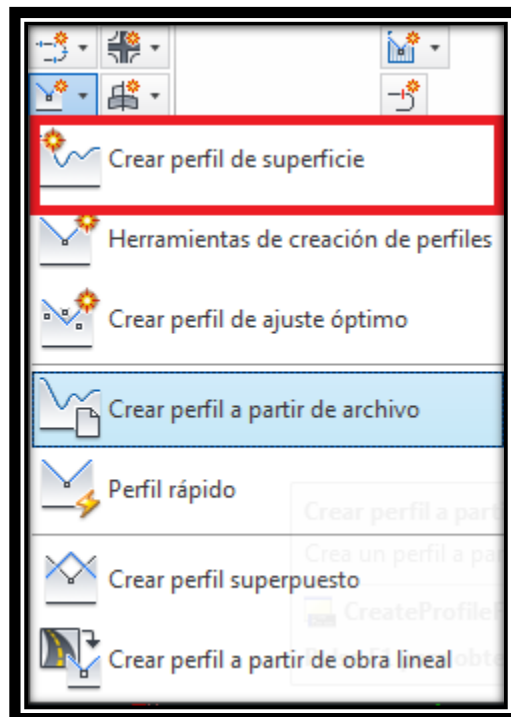


Figura 4.154 Crear Perfil de Superficie

Al dar clic izquierdo en **Crear perfil de superficie** nos mostrará la ventana siguiente:

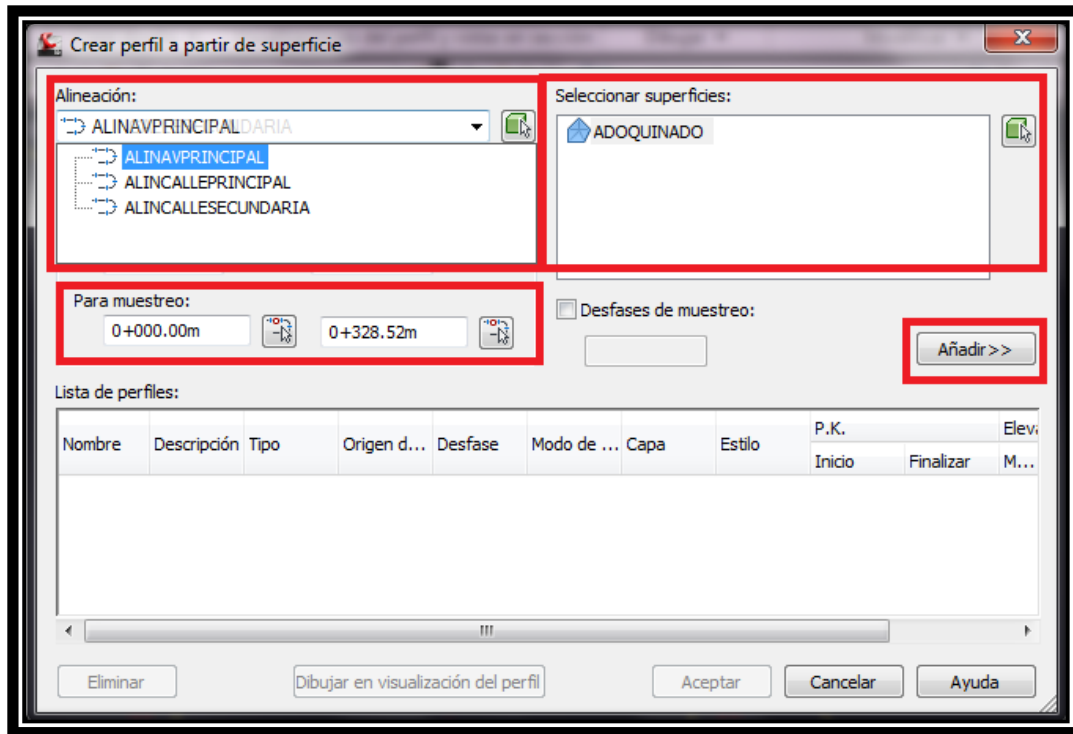


Figura 4.155 Caja de diálogo para crear el perfil

Podemos observar en la imagen los alineamientos que hemos creado como también cuáles son las superficies creadas, en este caso solo es una **“ADOQUINADO”**, elegimos el alineamiento y damos clic izquierdo en **Añadir** nos aparecerá la información siguiente debajo de **Lista de perfiles**:

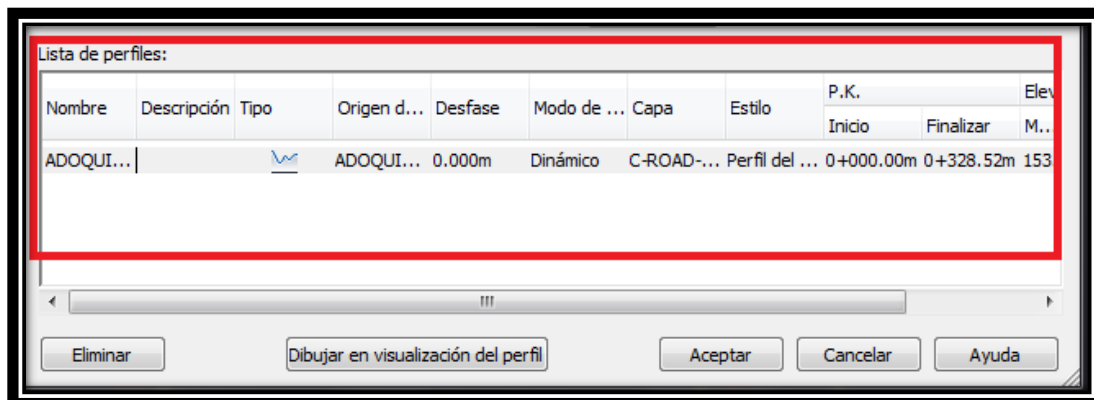


Figura 4.156 Lista de perfiles

.Luego damos clic izquierdo en **Dibujar en visualización del perfil**:

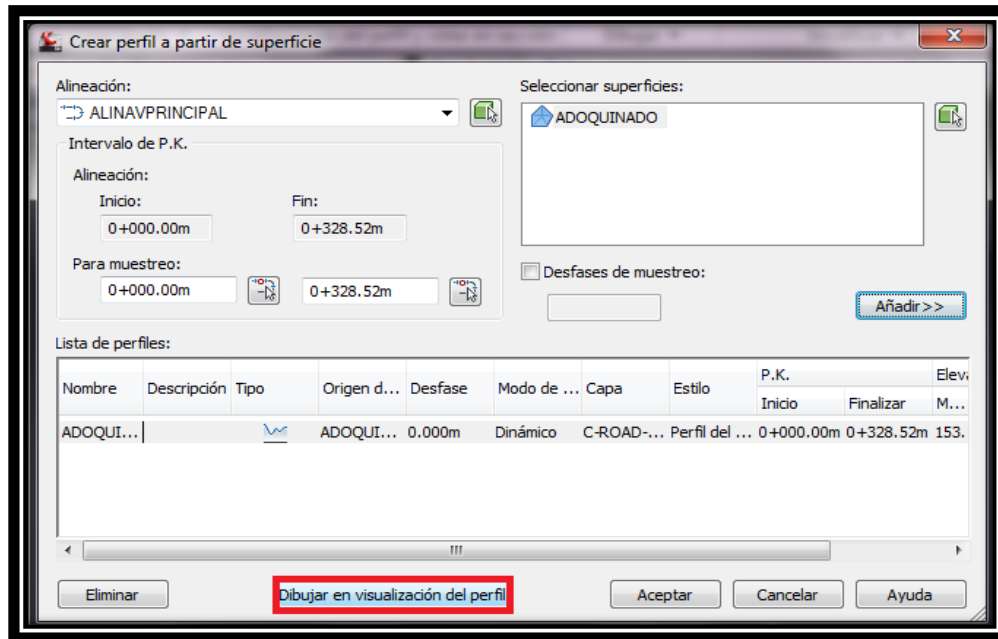


Figura 4.157 Dibujar visualización del perfil

Al dar clic izquierdo en **Dibujar en visualización del perfil** nos aparecerá la ventana siguiente:

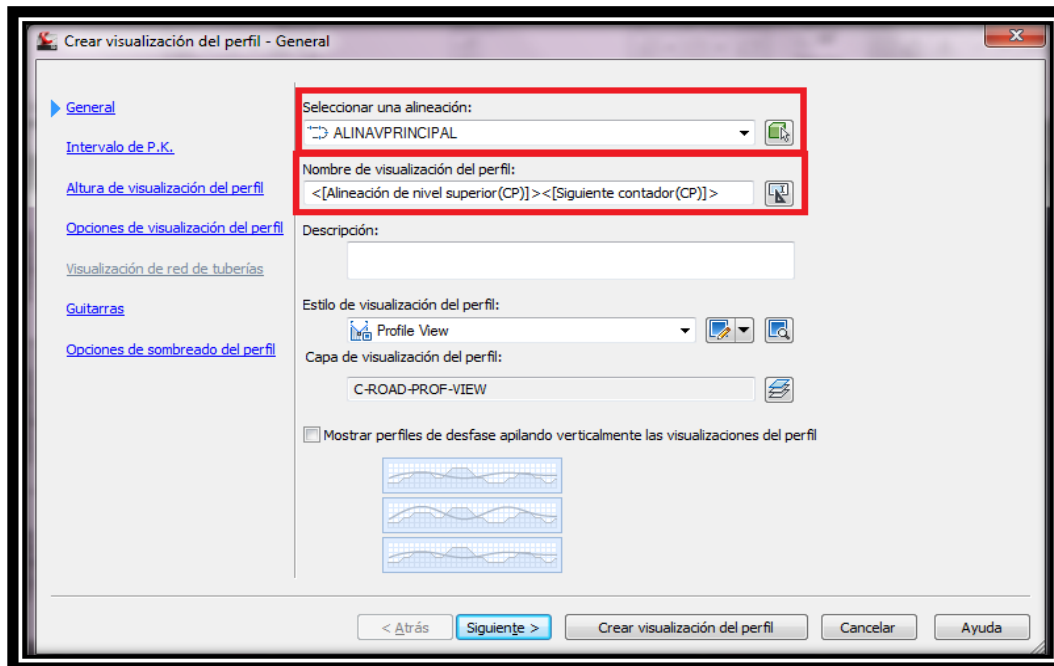


Figura 4.158 Casilla para nombre del perfil

El nombre que le colocaremos será **Perfil de la Avenida Principal** y damos clic izquierdo en **Siguiente** como muestra la siguiente imagen:

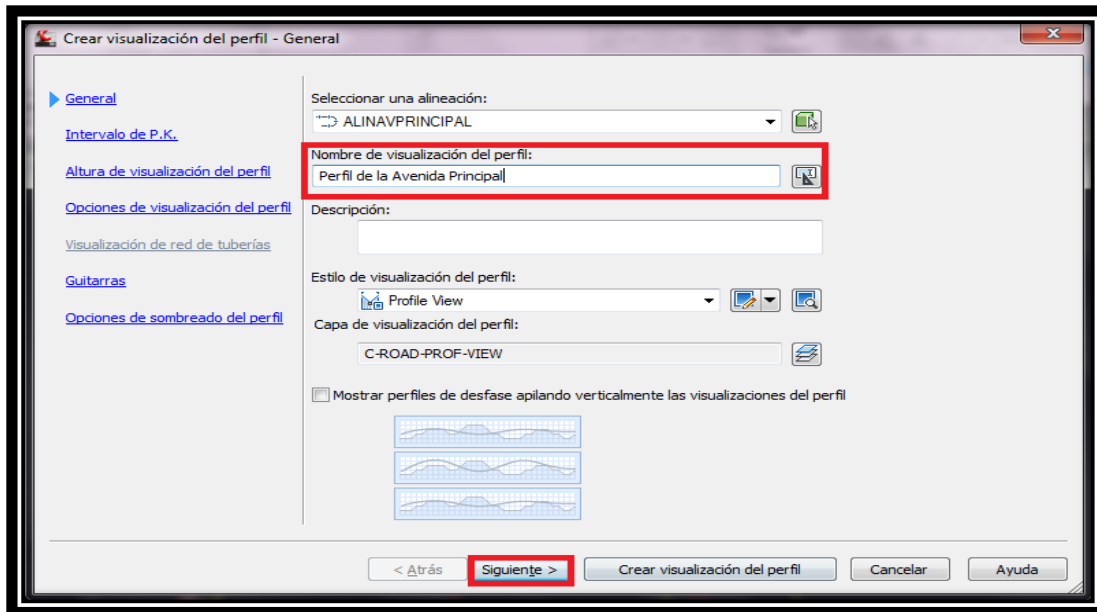


Figura 4.159 Colocación del Nombre del Perfil

Posteriormente nos aparece la siguiente ventana:

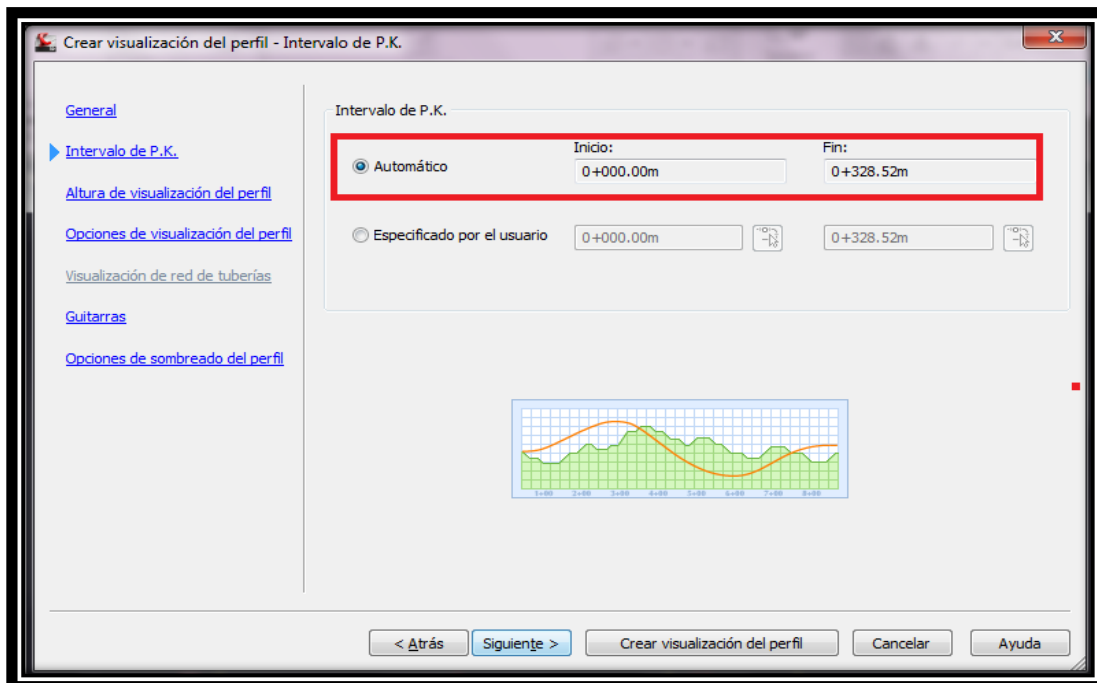


Figura 4.160 Intervalos de P.K. del Perfil

En la imagen anterior se muestra el punto de inicio y fin de los intervalos de **P.K.** si estamos de acuerdo o si no los podemos modificar pero siempre dentro de los intervalos que se muestran automáticamente y damos clic izquierdo en **Siguiente**:

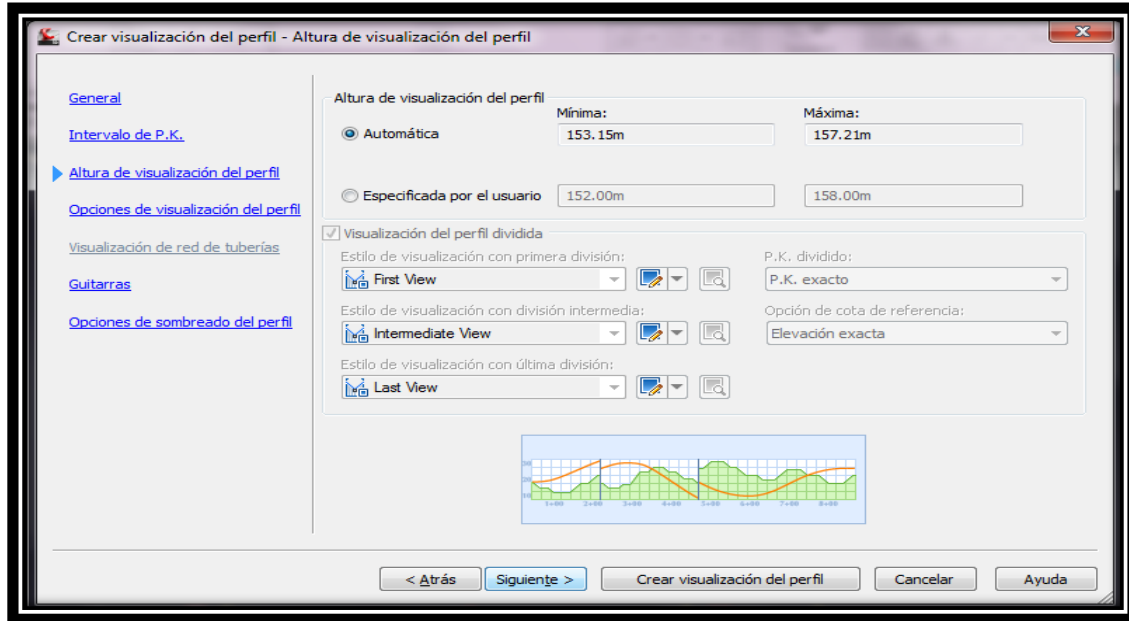


Figura 4.161 Altura de visualización del perfil

Posteriormente damos clic en **Siguiente**:

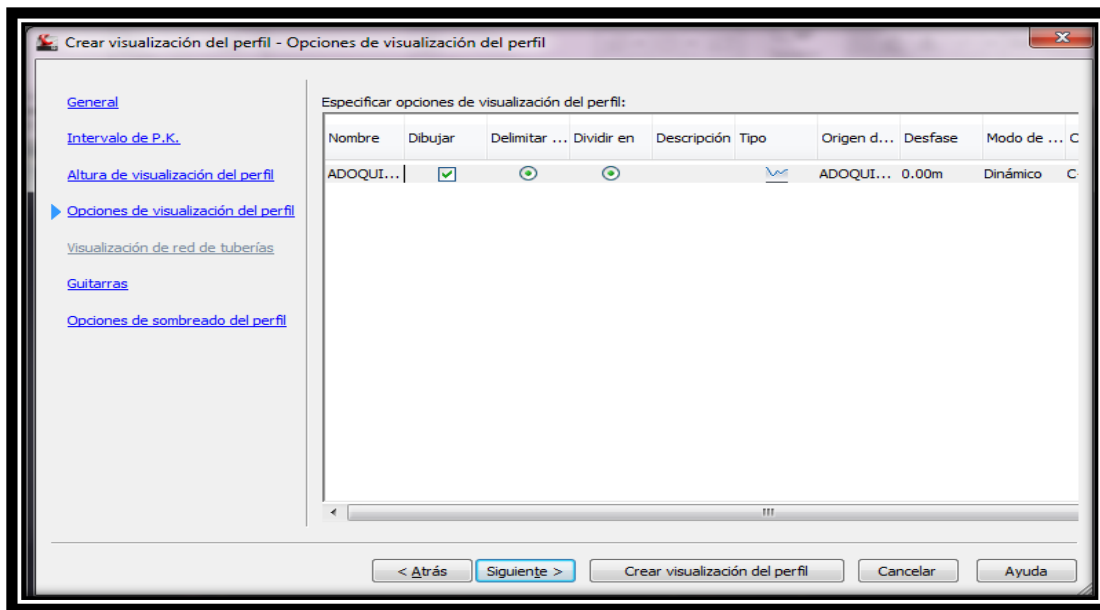


Figura 4.162 Opciones de visualización del perfil

Luego clic izquierdo en **Siguiente:**

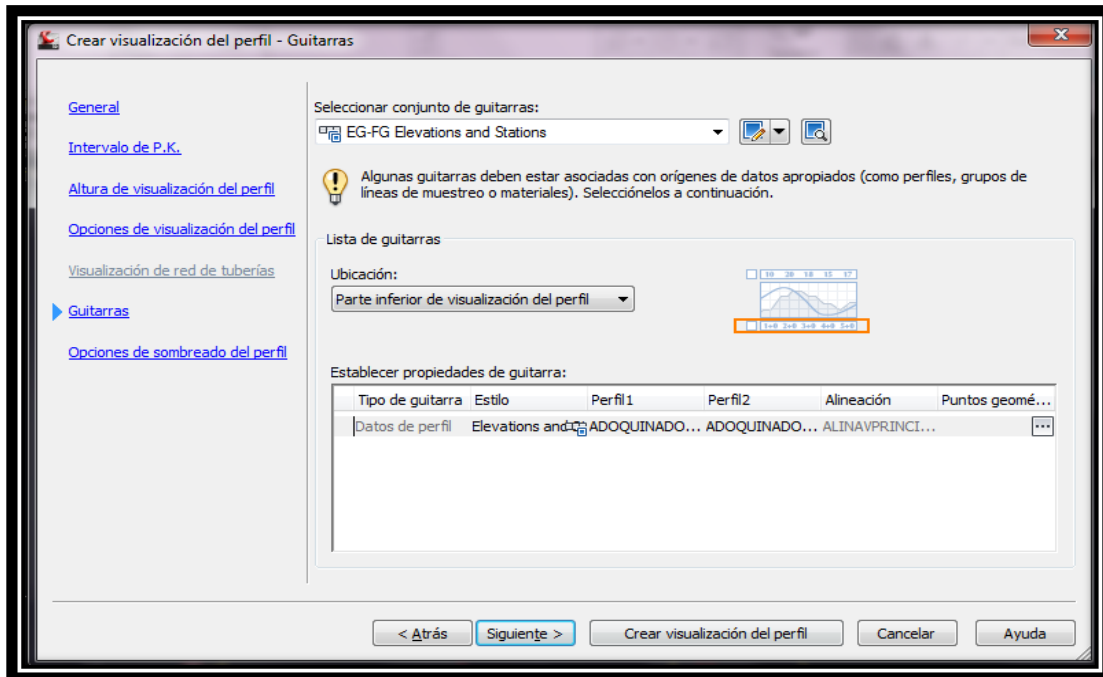


Figura 4.163 Clic en Siguiete

Después clic izquierdo en **Siguiente:**

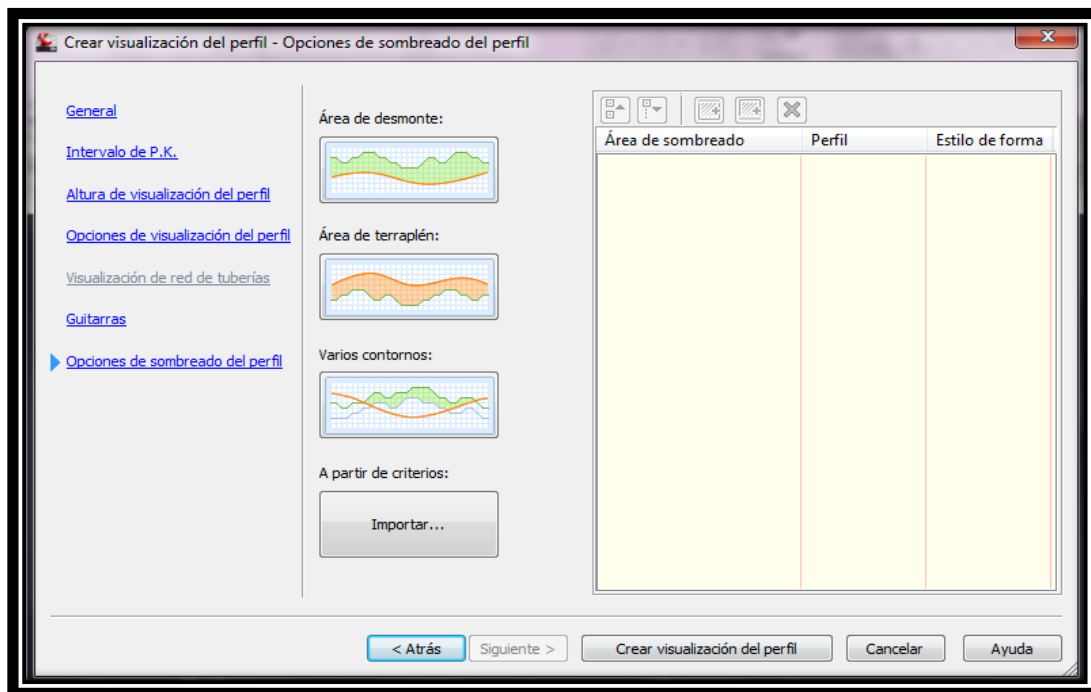


Figura 4.164 Opciones de sombreado del perfil

Ahora damos clic izquierdo en **Crear visualización del perfil** y en la barra de comandos nos mandará el siguiente mensaje:

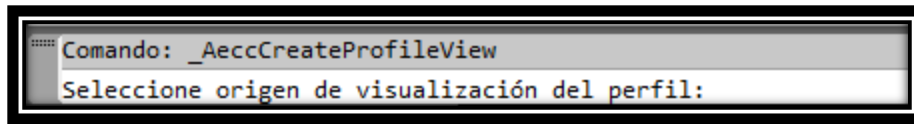


Figura 4.165 Selección de origen de visualización del perfil

Esto significa que tenemos que dar clic en donde deseemos insertar nuestro perfil el cual será representado por una línea de color rojo y se nos mostrará de la siguiente manera:

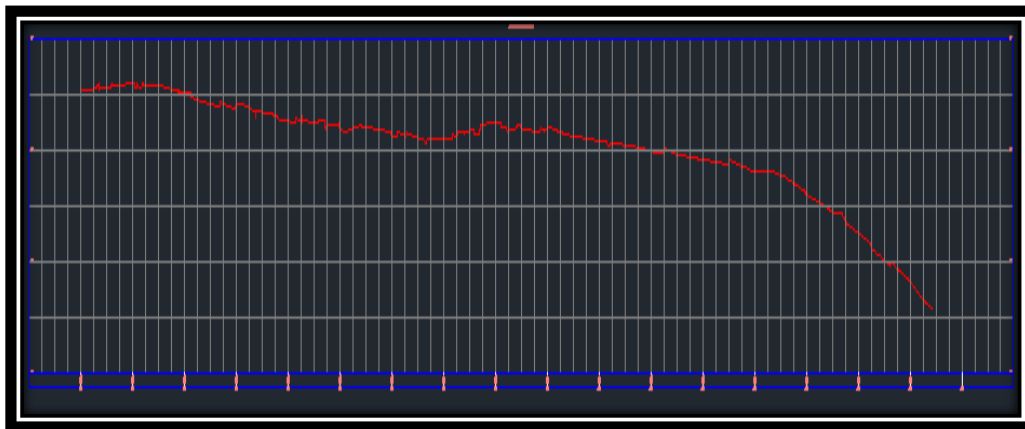


Figura 4.166 Perfil creado

Para visualizar mejor el perfil damos clic derecho sobre éste y luego **Editar estilo de visualización**

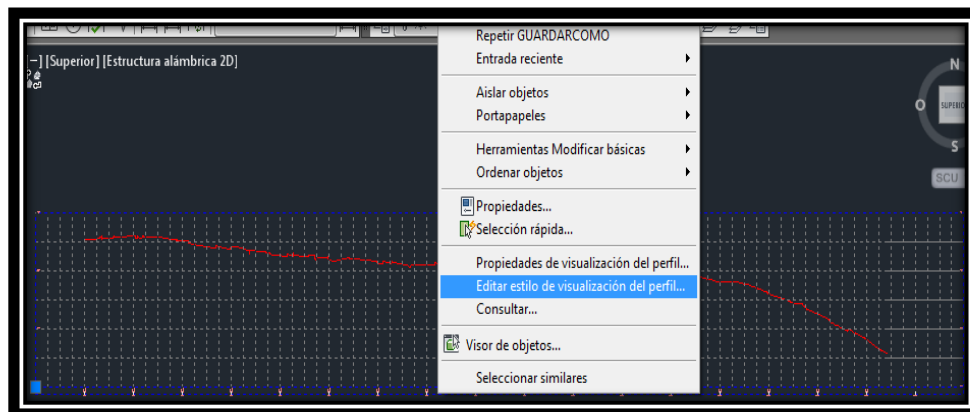


Figura 4.167 Editar estilo de visualización del perfil

En la ventana que se nos muestra activar las siguientes opciones. Una vez activas presionamos **Aplicar** y **Aceptar**:

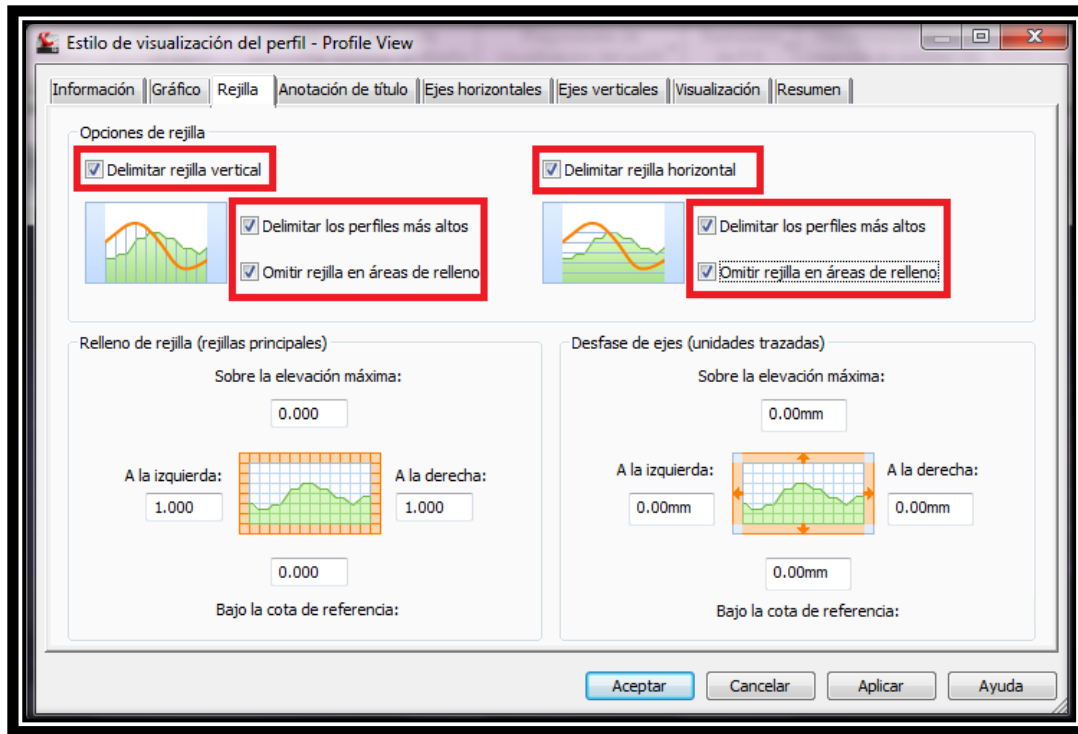


Figura 4.168 Caja de diálogo de Visualización del perfil

Y el perfil quedará de la siguiente forma:

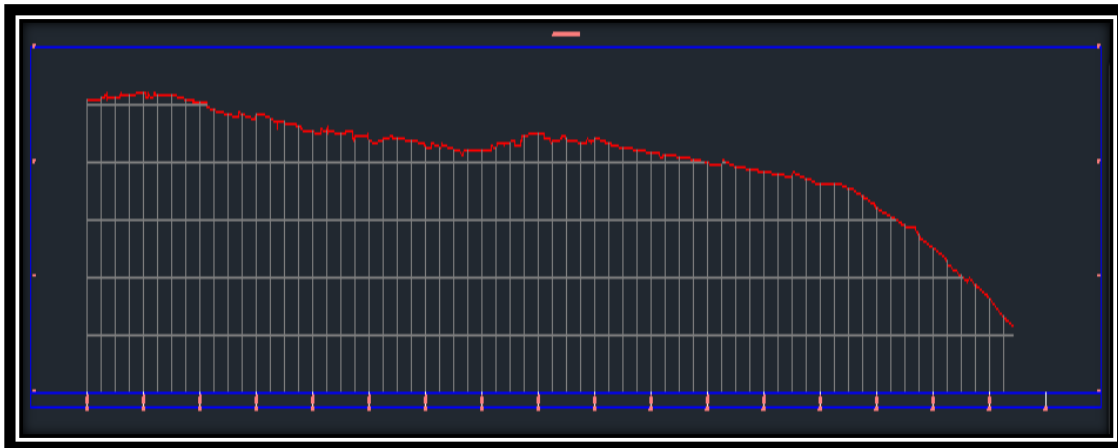


Figura 4.169 Perfil modificado

Podemos observar que en las guitarras nos están apareciendo las mismas elevaciones del perfil del terreno que las de la rasante

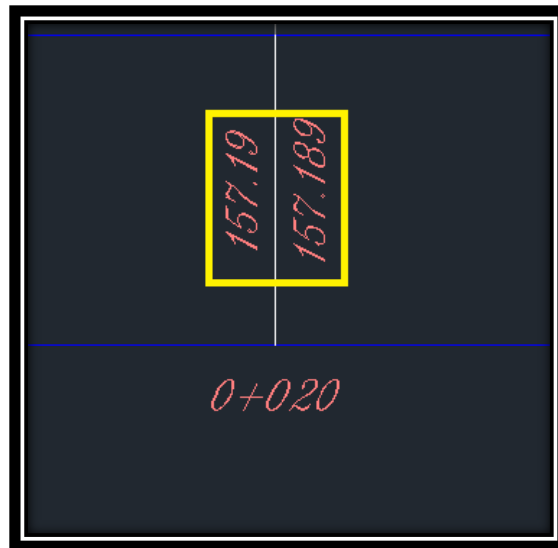


Figura 4.170 Etiqueta del perfil y de la rasante

Para modificarlas seleccionaremos el perfil damos clic izquierdo y posteriormente clic derecho para que nos muestre el siguiente menú contextual en el cual elegiremos **Propiedades de visualización del perfil**:

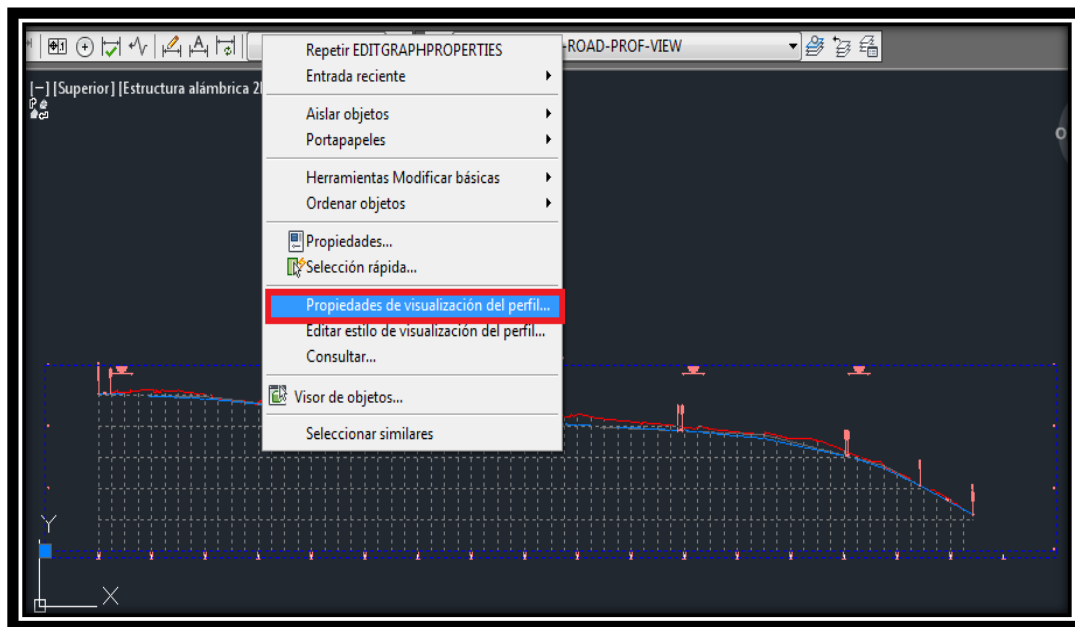


Figura 4.171 Propiedades de visualización del perfil

Al hacer clic en **Propiedades de visualización del perfil** se nos desplegará la siguiente ventana y seleccionaremos **Guitarras**:

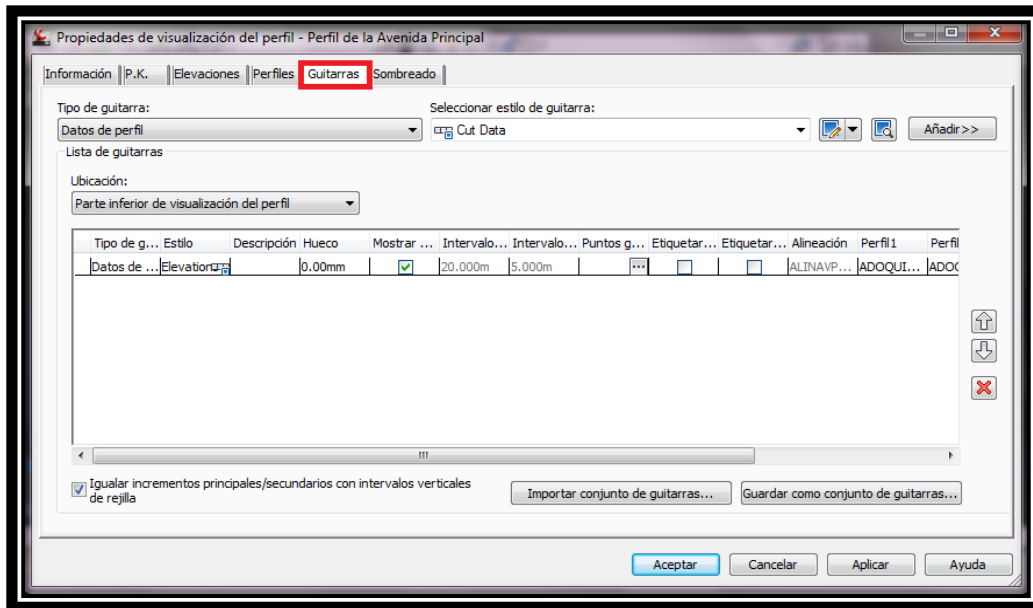


Figura 4.172 Caja de diálogo para modificar las guitarras del perfil

Posteriormente nos vamos donde dice **Perfil 1** y **Perfil 2** y en **Perfil 2** seleccionamos la rasante ya que fue el segundo perfil que se realizó:

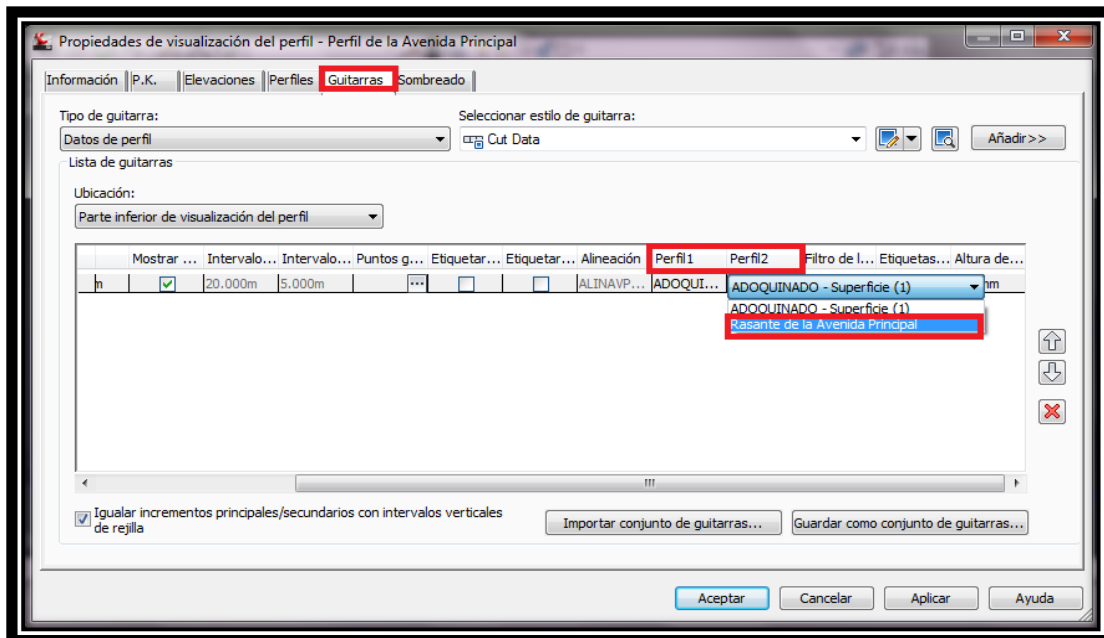


Figura 4.173 Diferenciando del perfil 1 y el perfil 2

Ahora podemos ver que las elevaciones se han modificado:

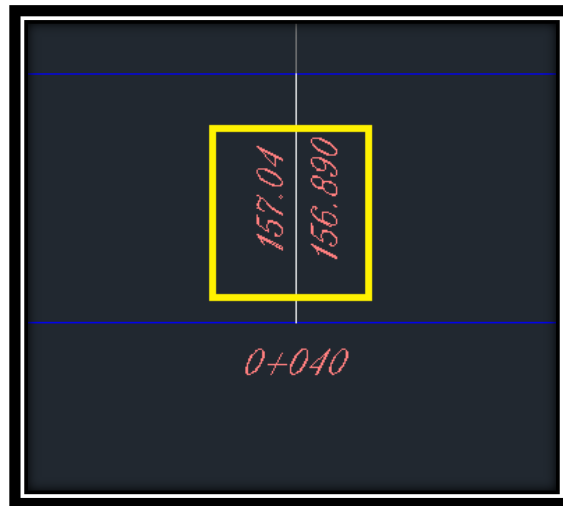


Figura 4.174 Etiquetas diferentes del perfil y la rasante

Si deseamos cambiar los intervalos de las etiquetas seleccionamos el perfil dando clic izquierdo sobre él y después clic derecho y nos aparece el menú contextual mencionado anteriormente y damos clic en **Propiedades de visualización de perfil** nos mostrará la siguiente ventana:

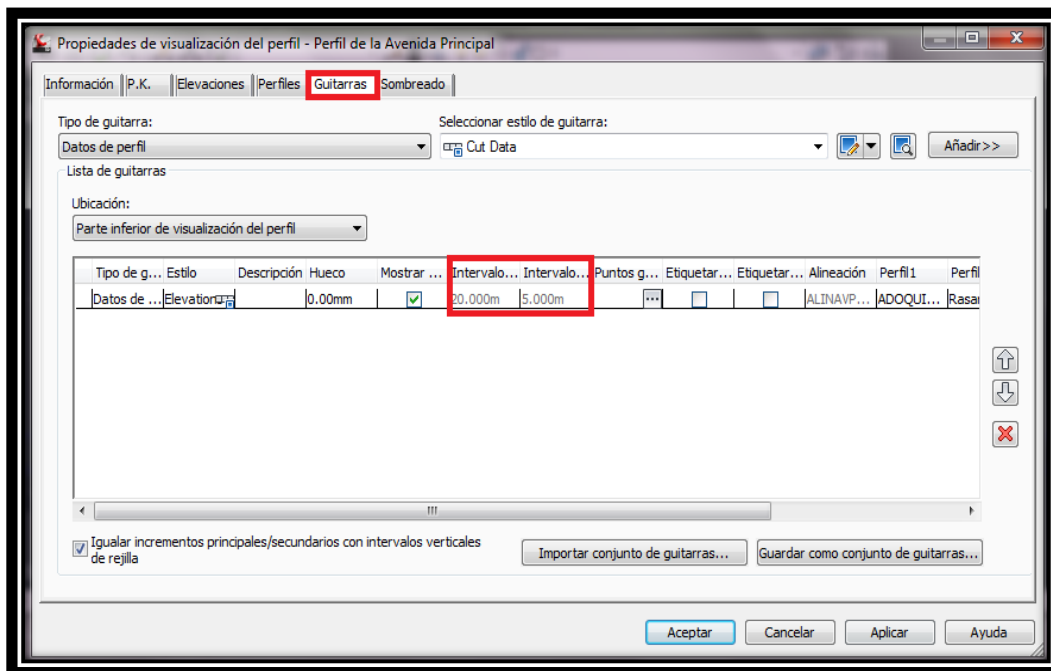


Figura 4.175 Selección de guitarras

En la ventana anterior desactivamos **Igualar incrementos principales/ secundarios con intervalos verticales de rejilla** al desactivarla automáticamente se nos habilitaran los intervalos es decir los podemos modificar como se muestra en la siguiente imagen:

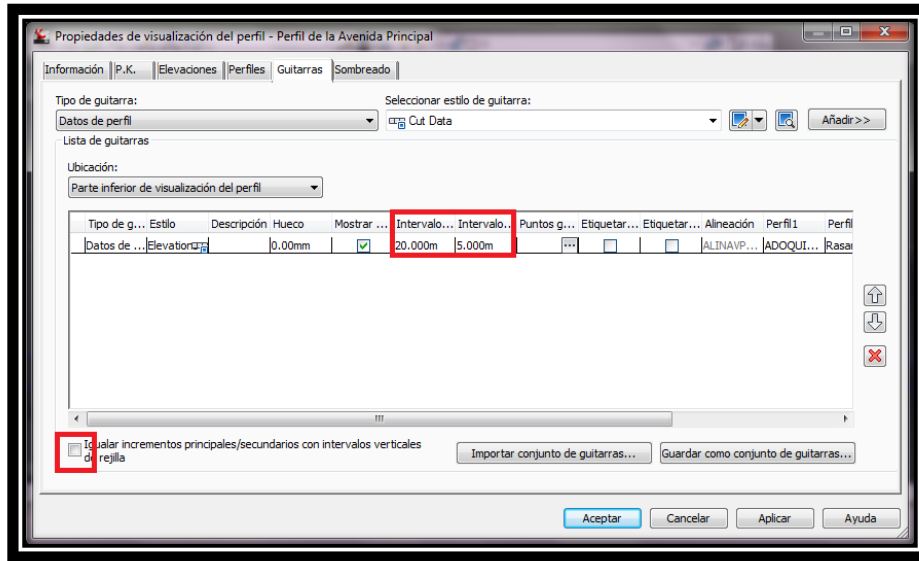


Figura 4.176 Igualar incrementos principales a secundarios

En nuestro caso los modificaremos a cada 10.00m y Aceptamos:

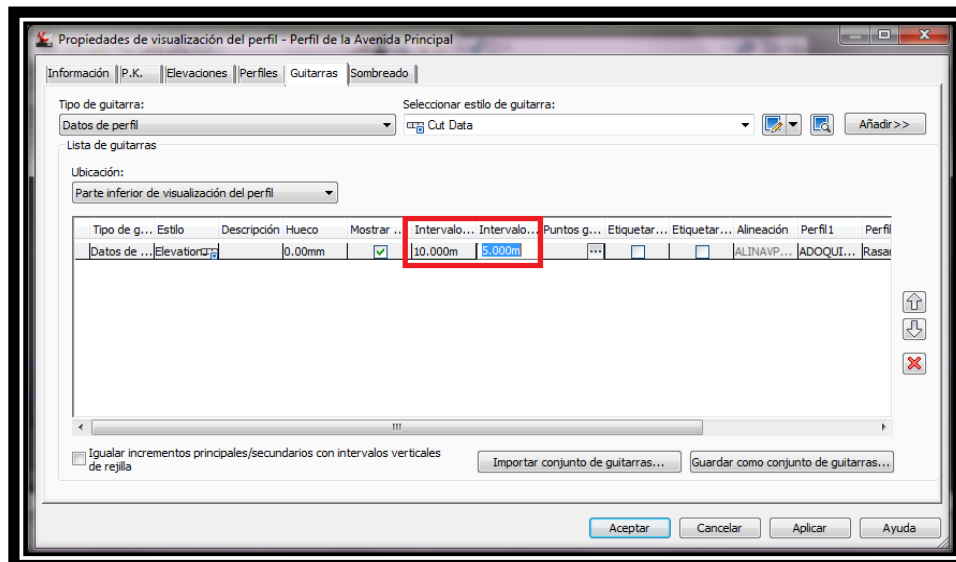


Figura 4.177 Intervalos de P.K.

Podemos ver que ya nuestros intervalos no aparecen a cada 20.00m sino a cada 10.00m:

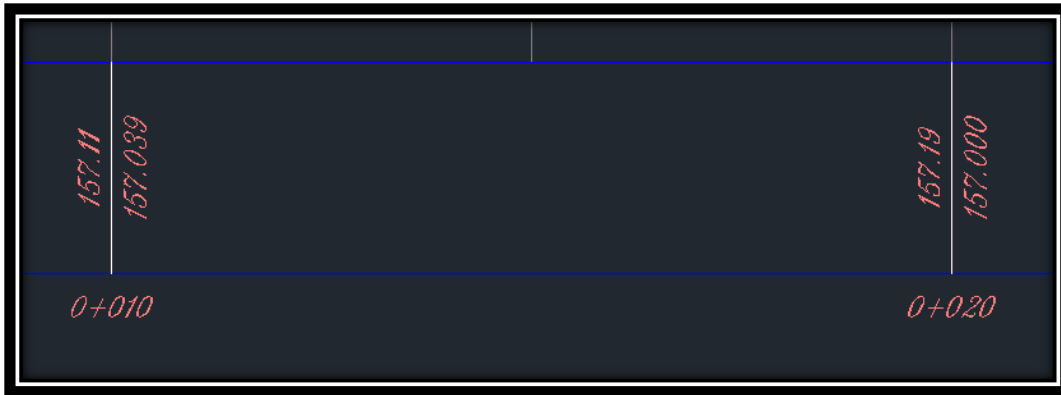


Figura 4.178 Incrementos a cada 10m en el perfil

De la misma manera crearemos los perfiles para las calles y obtendremos lo siguiente que se muestra en la figura:

Perfil de la Avenida Principal:

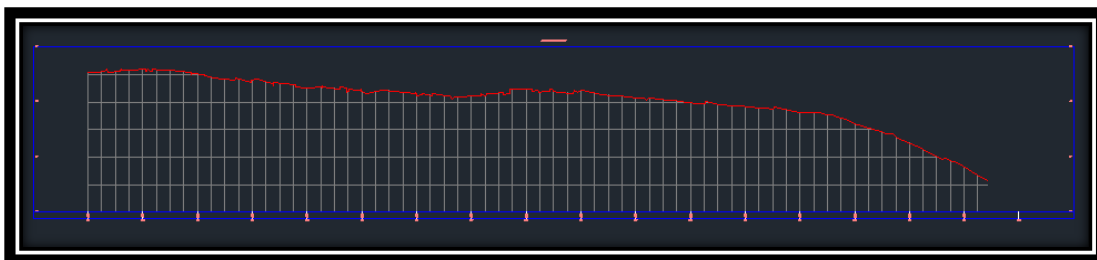


Figura 4.179 Perfil de la Avenida Principal

Perfil de la Calle Principal:

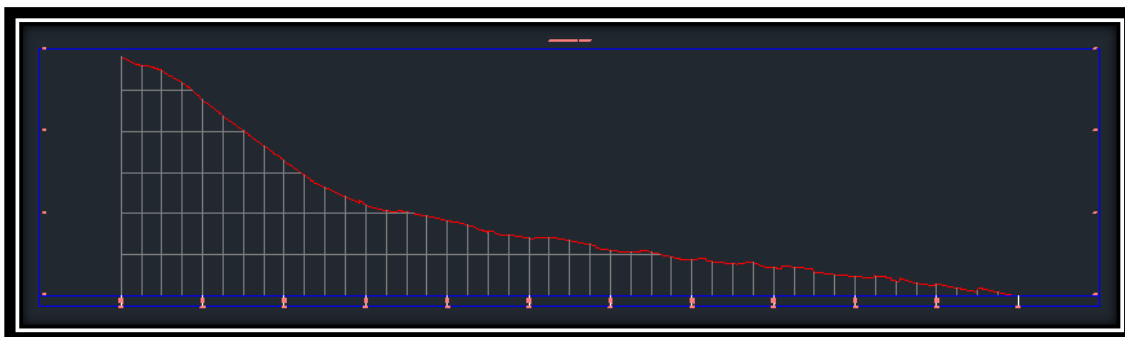


Figura 4.180 Perfil de la Calle Principal

Perfil de la Calle Secundaria:

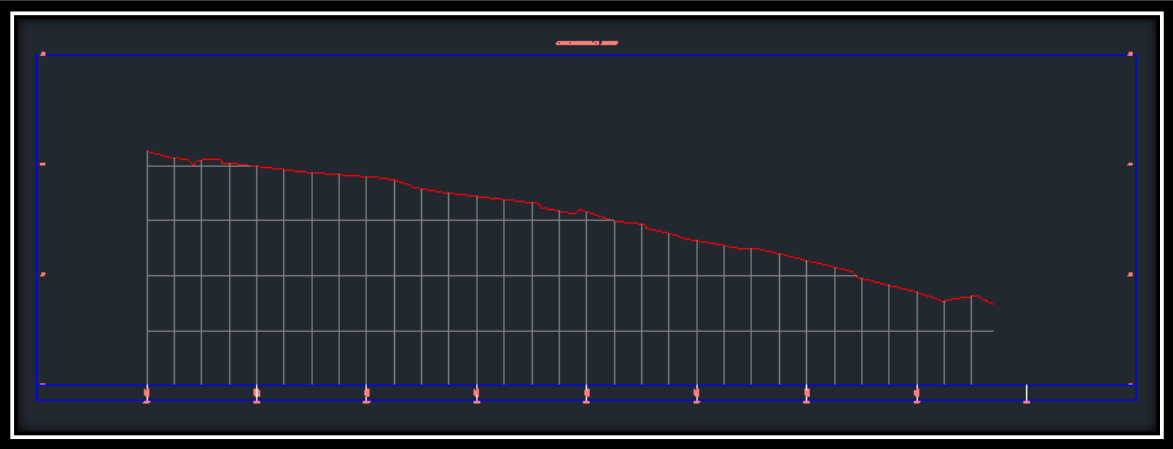


Figura 4.181 Perfil de la Calle Secundaria

4.23 CREACIÓN DE LA RASANTE

Para trazar el alineamiento vertical debemos tener en cuenta las normas de diseño de carreteras Centroamericana, para el caso la siguiente tabla en donde podemos observar que para una velocidad de diseño de 40Km/h es necesario un k de diseño de 4, y dichos parámetros serán introducidos en el programa.

Velocidad de Diseño KPH	Distancia de Visibilidad de Parada (m)	Tasa de Curvatura Vertical K	
		Calculada	Para Diseño
20	20	0.6	1
30	35	1.9	2
40	50	3.8	4
50	65	6.4	7
60	85	11.0	11
70	105	16.8	17
80	130	25.7	26
90	160	38.9	39
100	185	52.0	52
110	220	73.6	74
120	250	95.0	95

K = Longitud (m) por porcentaje de A

Para crear la rasante presionamos sobre el botón de herramientas de **creación de perfiles** y elegimos **Herramientas de creación de perfiles**:

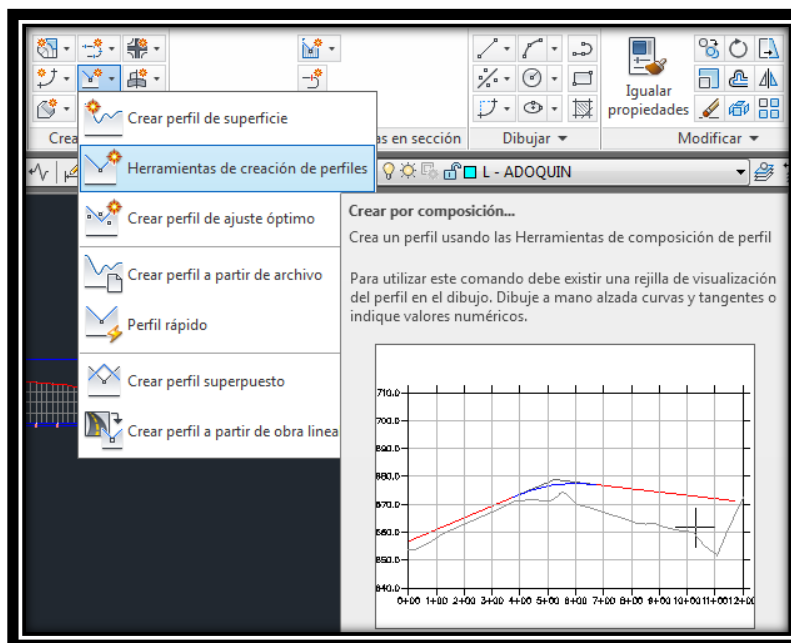


Figura 4.182 Herramientas de Creación de Perfiles

Luego de haber elegido **Herramientas de creación de perfiles** se nos muestra el siguiente mensaje en la barra de comandos:

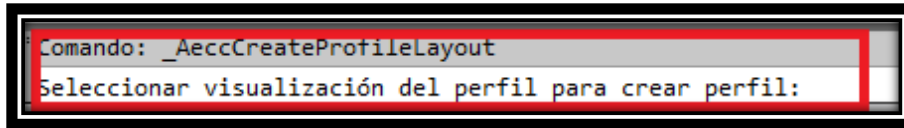


Figura 4.183 Selección de la visualización del perfil

Y seleccionamos la visualización del perfil:

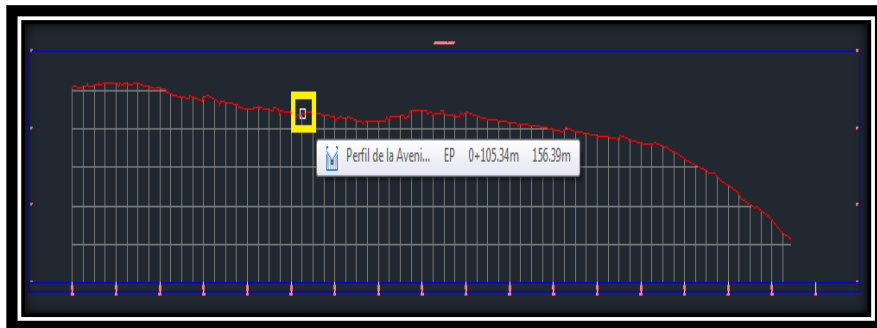


Figura 4.184 Selección de la visualización del perfil

La forma que tiene el cursor que es un cuadro blanco nos indica que está esperando a que seleccionemos el perfil del cual crearemos la rasante y se nos mostrará la siguiente ventana:

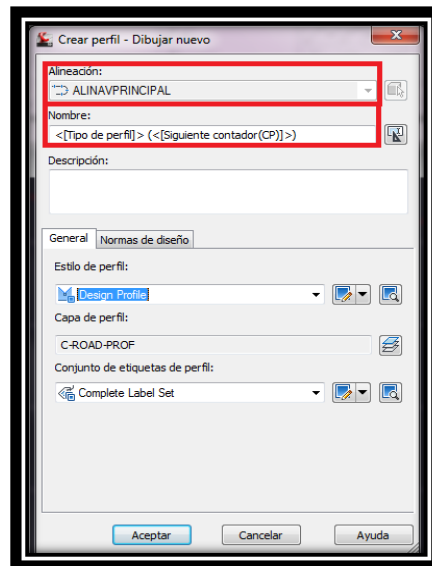


Figura 4.185 Colocación del nombre del perfil

En la ventana anterior podemos observar la alineación del cual haremos la rasante y observamos que está bien ya que lo haremos de la Avenida Principal como también es necesario colocarle un nombre el cual será “Rasante de la Avenida Principal”:

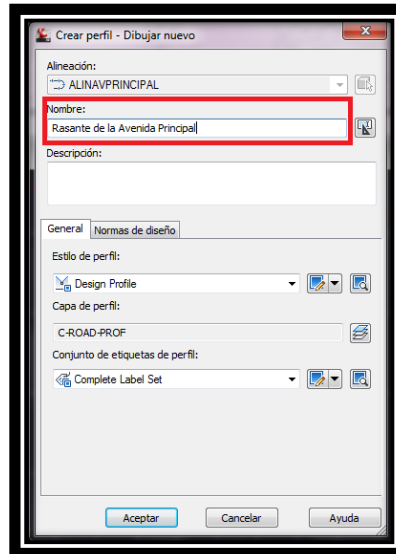


Figura 4.186 Nombre del Perfil

Posteriormente damos clic en “**Normas de diseño**” como se muestra en la siguiente imagen:

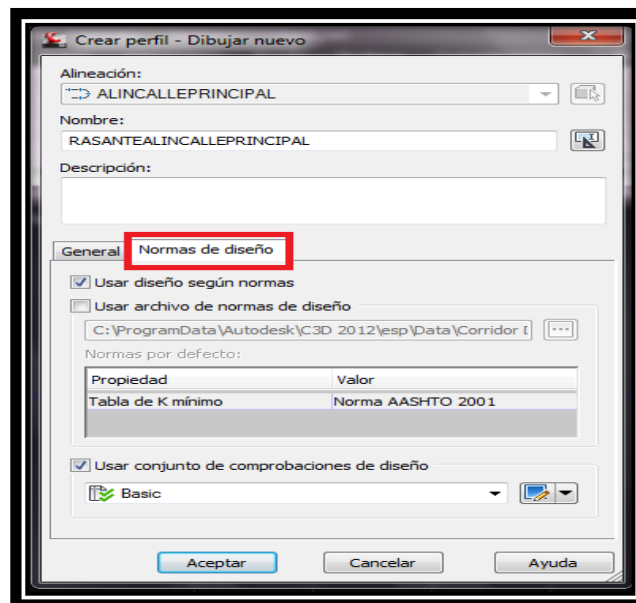


Figura 4.187 Seleccionando normas de diseño

Después de haberle asignado un nombre a la rasante damos clic izquierdo en **Aceptar** y se nos mostrará la siguiente ventana:

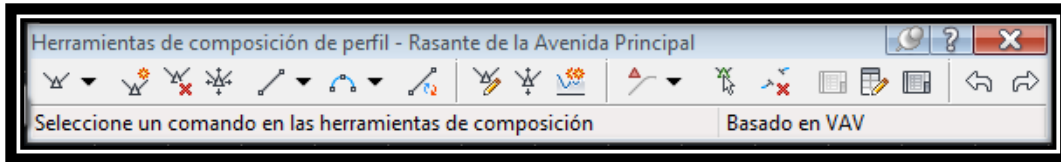


Figura 4.188 Herramientas de composición de perfil

Seleccionamos Configuración de curvas:

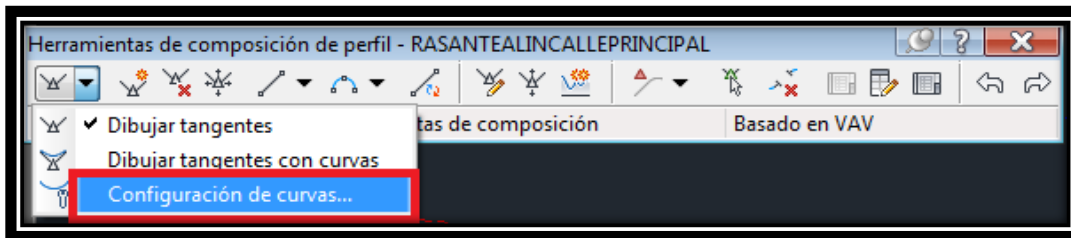


Figura 4.189 Seleccionando configuración de curva

Asignamos los parámetros según tablas de diseño como se muestra en la siguiente imagen:

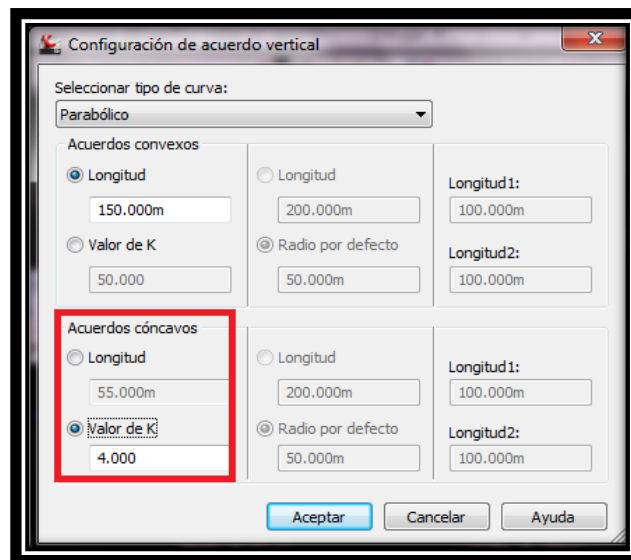


Figura 4.190 Digitando parámetros según normas de diseño

Ahora daremos clic izquierdo en **Dibujar tangentes con curvas**:

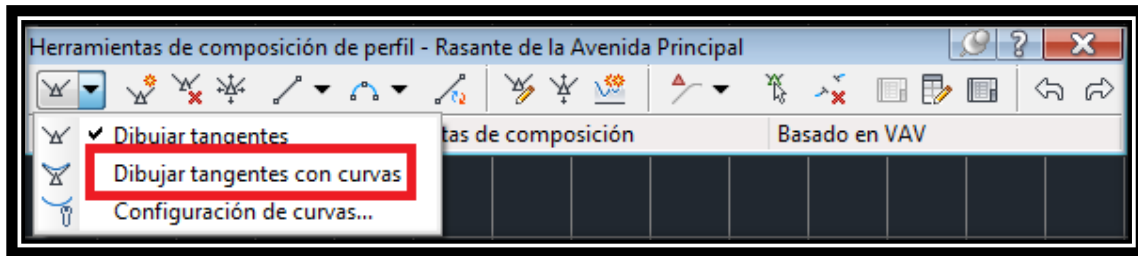


Figura 4.191 Dibujar tangentes con curvas

Comenzamos a dibujar la rasante que estará representada por una línea azul teniendo cuidado de cortes y rellenos y nos queda de la siguiente manera:

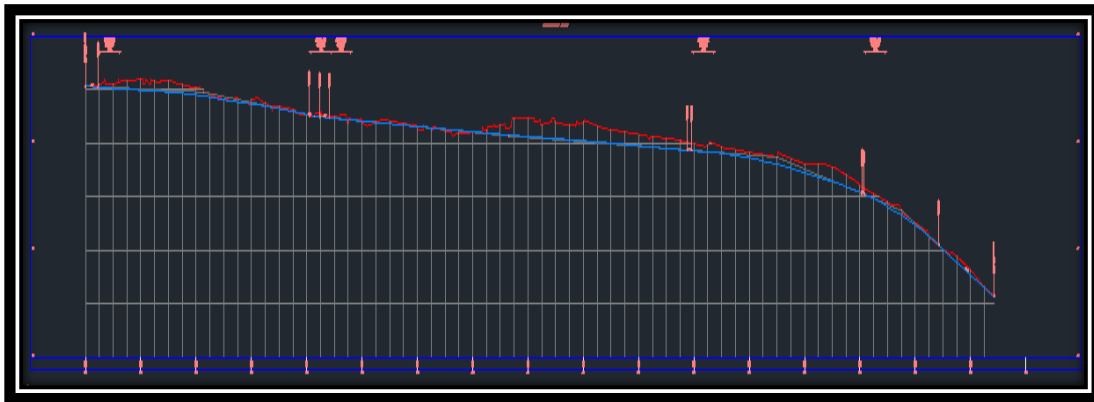


Figura 4.192 Rasante y perfil del terreno natural

Ahora dibujamos la rasante para la Calle Principal:

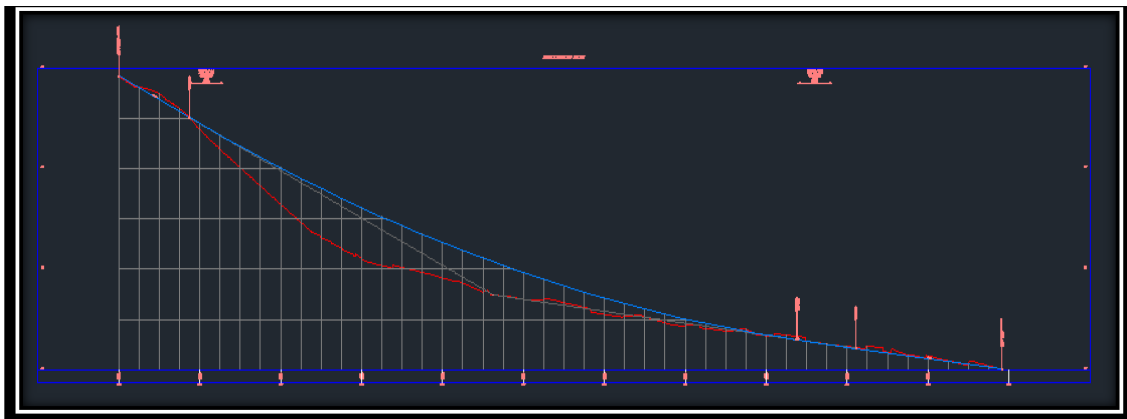


Figura 4.193 Rasante de la Calle Principal

Y por último dibujamos la rasante de la Calle Secundaria:

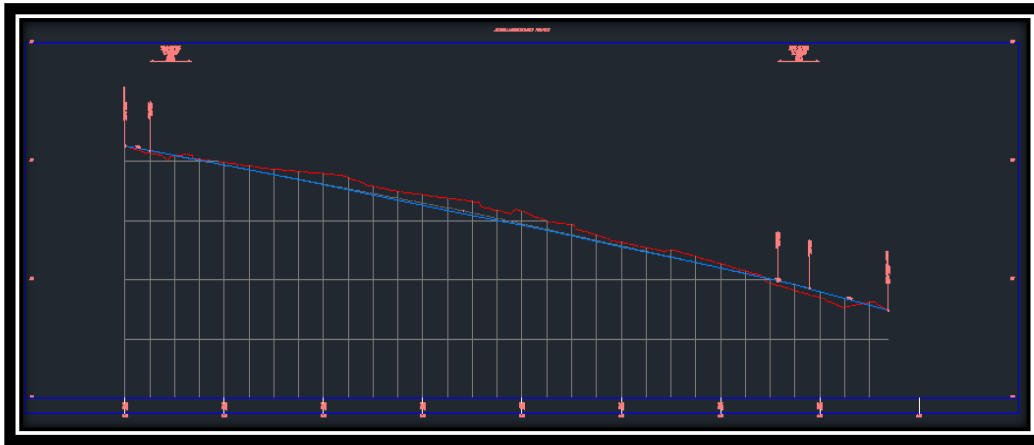


Figura 4.194 Rasante de la Calle Secundaria

4.24 LÍNEAS DE MUESTREO

Ahora crearemos las líneas de muestreo o secciones transversales para esto nos iremos al menú **Secciones** y luego elegiremos **crear líneas de muestreo** como se muestra en la siguiente imagen:

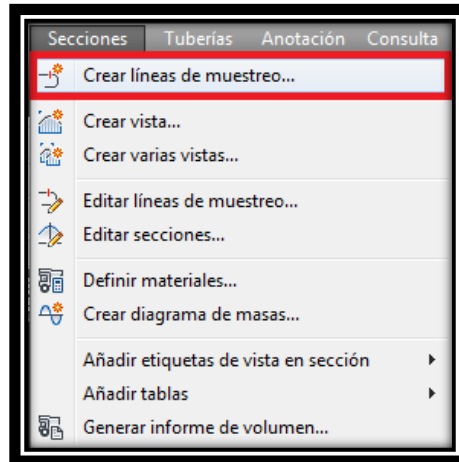


Figura 4.195 Crear líneas de muestreo

Al dar clic sobre **Crear líneas de muestreo** nos mostrará el siguiente mensaje en la barra de comandos:

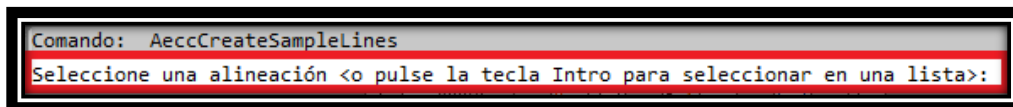


Figura 4.196 Selección de un alineamiento

Pulsamos **Enter** y se nos muestra la siguiente ventana:

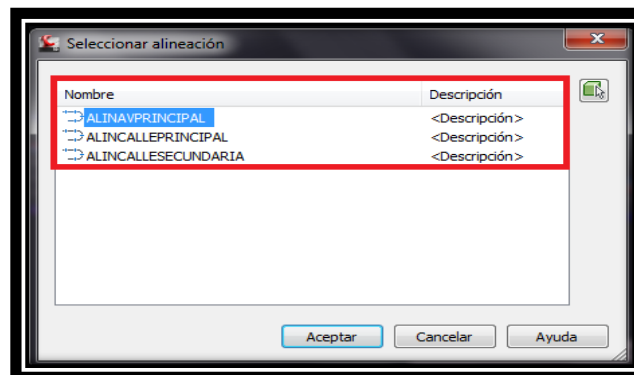


Figura 4.197 Perfiles realizados

En la imagen anterior podemos apreciar los alineamientos que hemos creado para nuestro caso 3, seleccionamos el de nuestro interés y damos clic izquierdo en **Aceptar**:

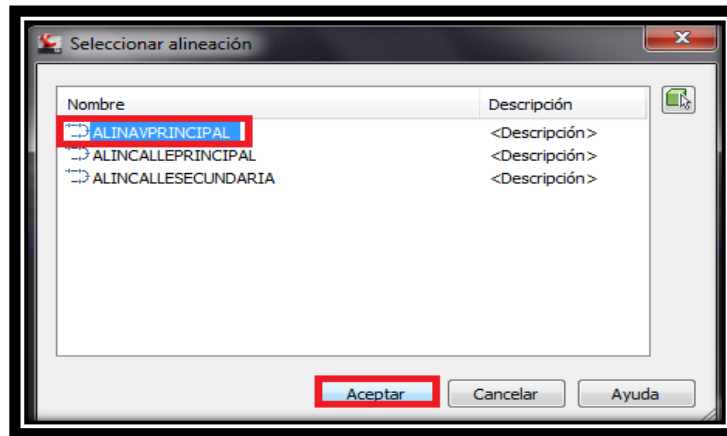


Figura 4.198 Selección del Alineamiento Horizontal

Al dar clic izquierdo en **Aceptar** se nos muestra la siguiente ventana:

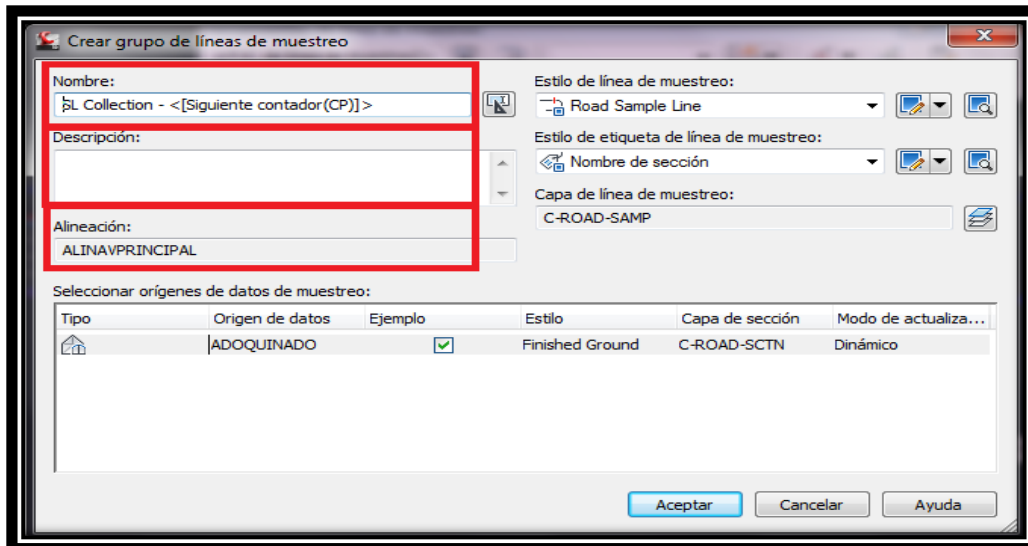


Figura 4.199 Creación de líneas de muestreo

En la imagen anterior se nos muestra la ventana en donde podemos asignarle un nombre a nuestro grupo de líneas de muestreo como también podemos observar de qué alineamiento lo estamos haciendo, el estilo de líneas de muestreo y estilos de etiquetas, al asignarle un nombre damos clic izquierdo en **Aceptar**:

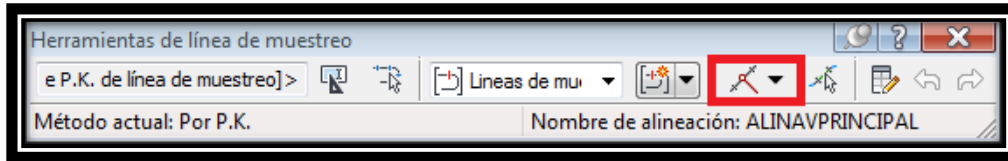


Figura 4.200 Herramientas de líneas de muestreo

La imagen anterior se refiere a las **Herramientas de línea de muestreo** y seleccionamos línea de muestreo por PK

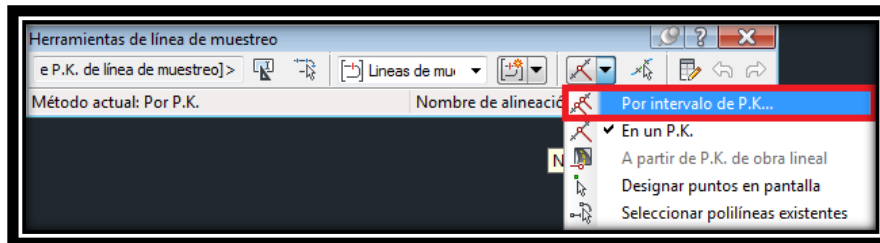


Figura 4.201 Seleccionando por intervalo de P.K.

Al dar clic izquierdo en **Por intervalo de P.K** se nos despliega la siguiente ventana:

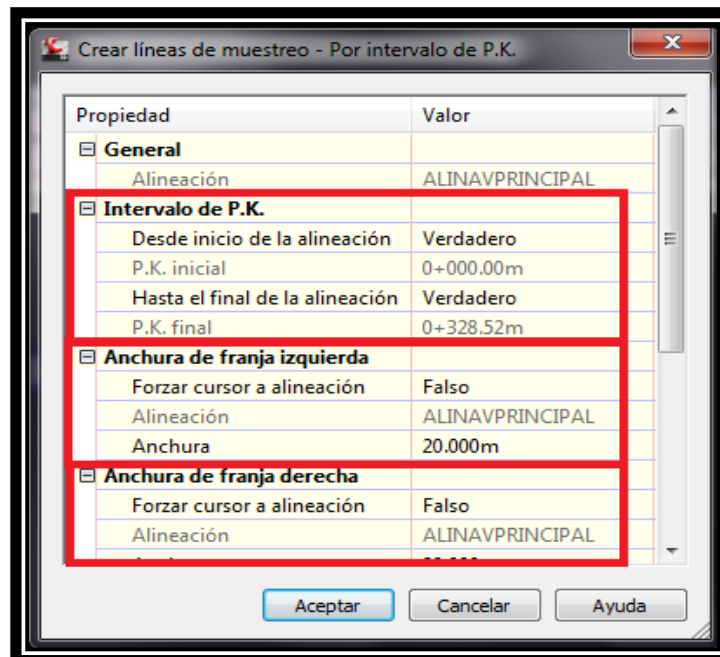


Figura 4.202 Franjas de las líneas de muestreo

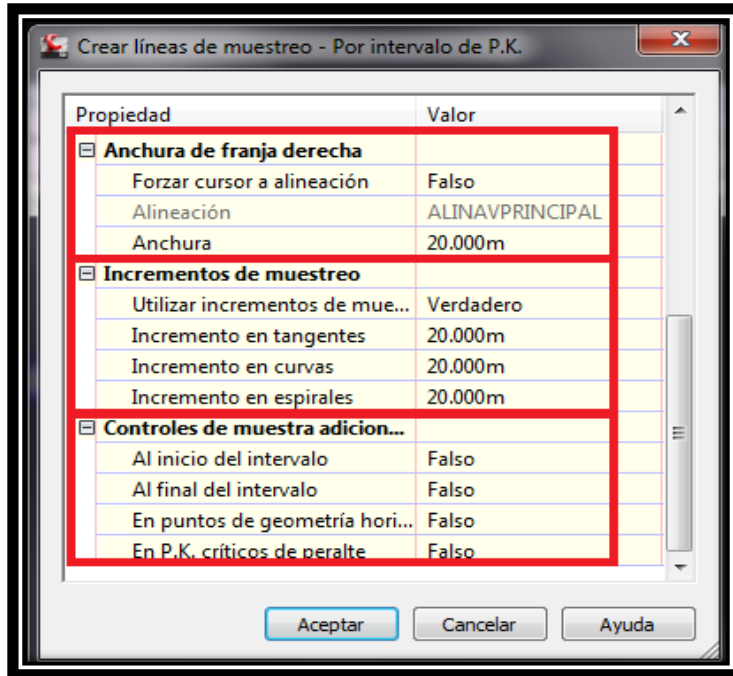


Figura 4.203 Incrementos de líneas de muestreo

En la imagen anterior se nos muestra las propiedades de las líneas de muestreo en las cuales colocaremos en la anchura de franja izquierda y derecha **3.50m** o sea para ir pensando ya en un ancho de carril y los incrementos de muestreo están bien a cada **20.00m** y damos **Aceptar**.

Una vez definidos estos parámetros se nos muestran las líneas de muestreo:



Figura 4.204 Líneas de muestreo creadas

4.25 SECCIONES TRANSVERSALES

Ahora nos vamos al menú **Secciones** y luego hacemos clic izquierdo sobre **Crear varias vistas** como se muestra en la siguiente imagen:

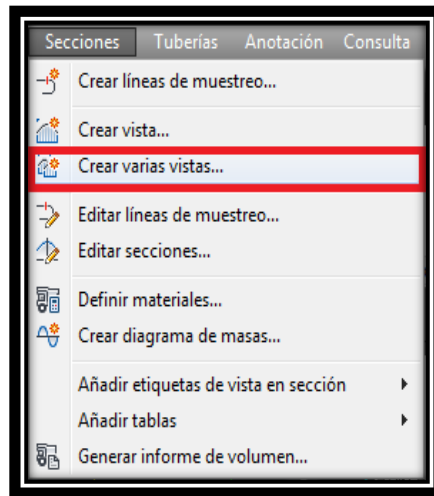


Figura 4.205 Crear varias vistas

Al hacer clic izquierdo sobre **Crear varias vistas** se nos muestra la siguiente ventana en la cual daremos clic izquierdo en **Siguiente**:

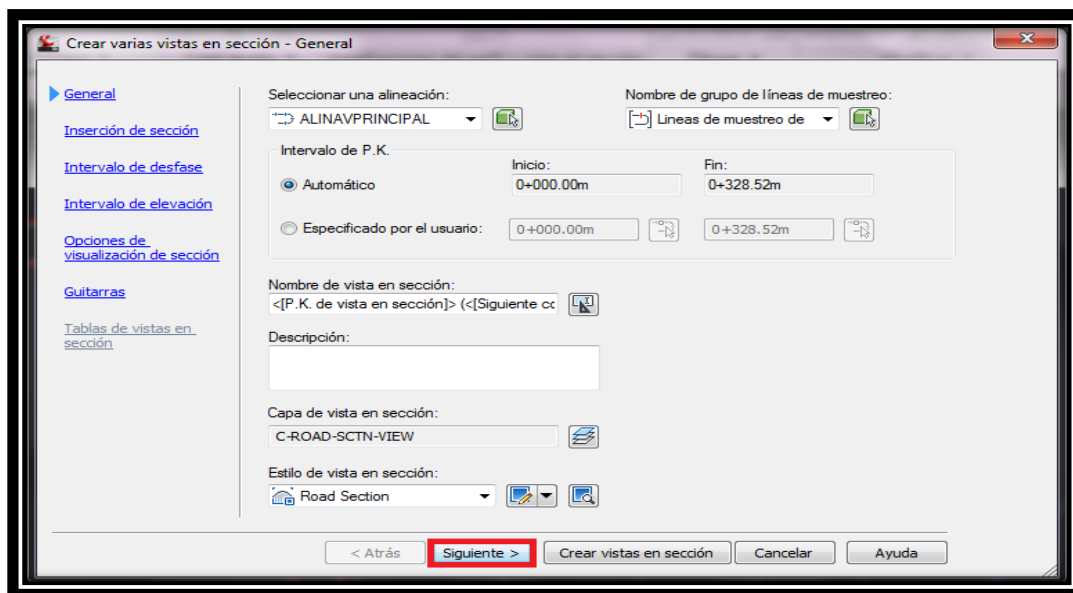


Figura 4.206 Selección de Alineamiento Principal

Al hacer clic izquierdo en **Siguiente** se nos muestra la siguiente ventana en donde seleccionaremos Borrador y posteriormente el ícono señalado:

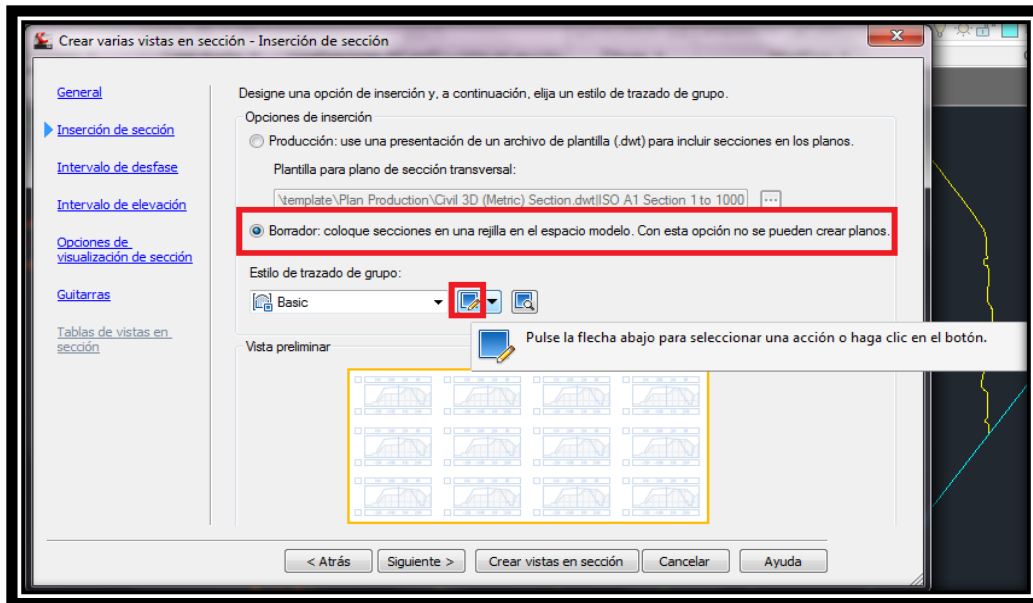


Figura 4.207 Selección de estilo de trazado de secciones

Al hacer clic izquierdo sobre el ícono que dice **Pulse la flecha abajo para seleccionar una acción o haga clic en el botón** nos despliega la siguiente ventana:

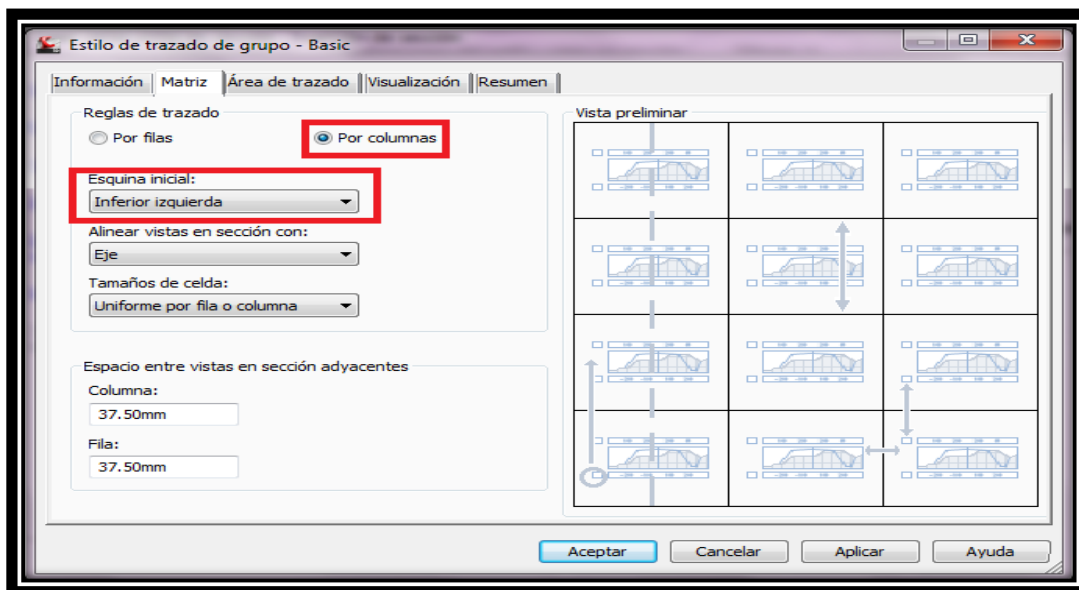


Figura 4.208 Seleccionando estilo por columnas

En la ventana anterior seleccionaremos **Por columnas** y en **Esquina inicial** seleccionamos **Inferior izquierda** y damos clic izquierdo sobre **Aplicar** y **Aceptar**:

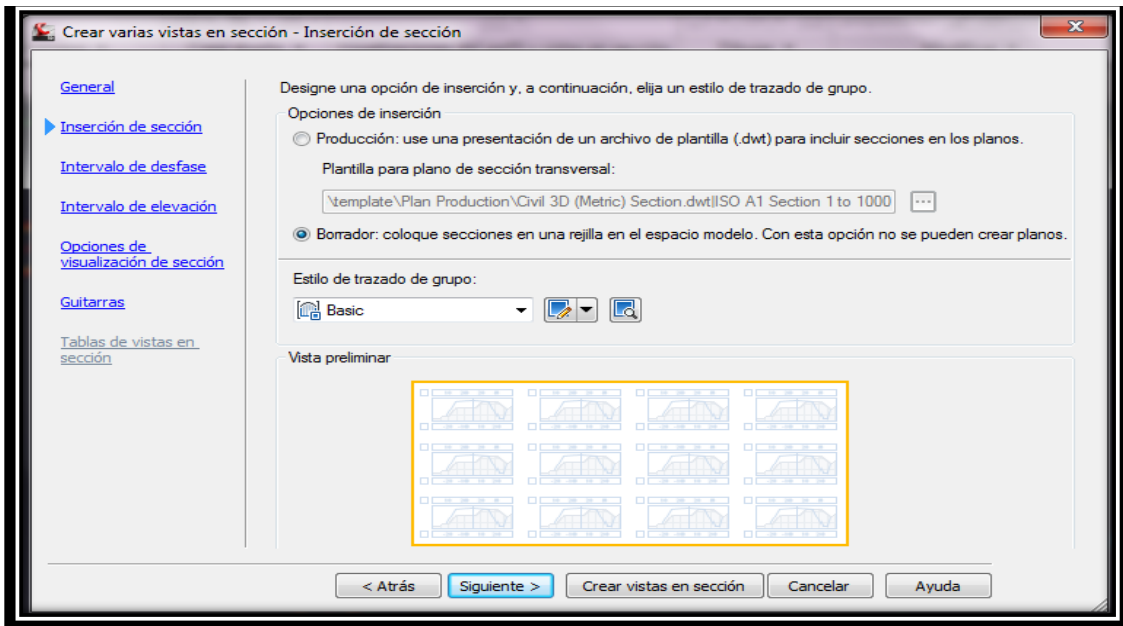


Figura 4.209 Inserción de secciones

En la ventana anterior damos clic izquierdo en **Crear vistas en sección** y nos mostrará un mensaje en la barra de comandos:

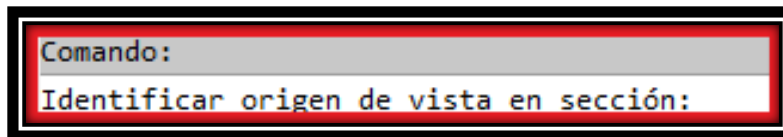


Figura 4.210 Identificar origen de vista en sección

En la imagen anterior nos dice donde deseamos que sea el origen de vista en sección análogo al mensaje que nos muestra cuando creamos los perfiles y las secciones se nos muestra de la siguiente manera:

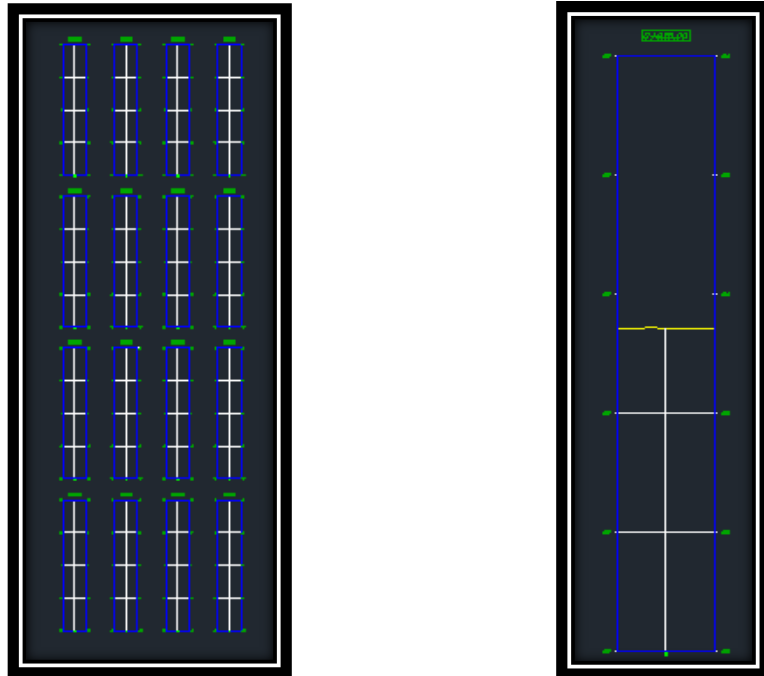


Figura 4.211 Secciones en el área de dibujo

Para editar las etiquetas de las secciones la seleccionamos haciendo clic izquierdo sobre y ella e inmediatamente clic derecho para que nos aparezca el siguiente menú contextual y damos clic izquierdo sobre **Editar estilo de vista en sección**:

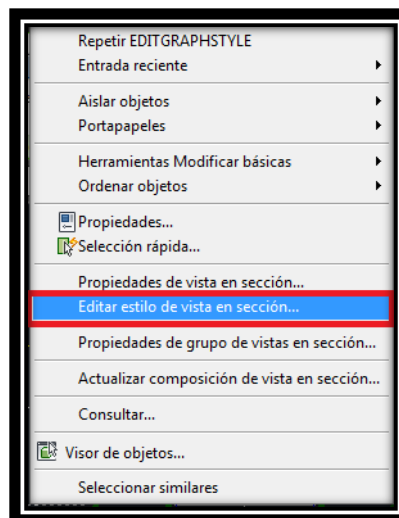


Figura 4.212 Editar estilo de vista en sección

Al dar clic sobre **Editar estilo de vista en sección** nos mostrará la siguiente ventana en donde nos interesan los ejes horizontales y verticales:

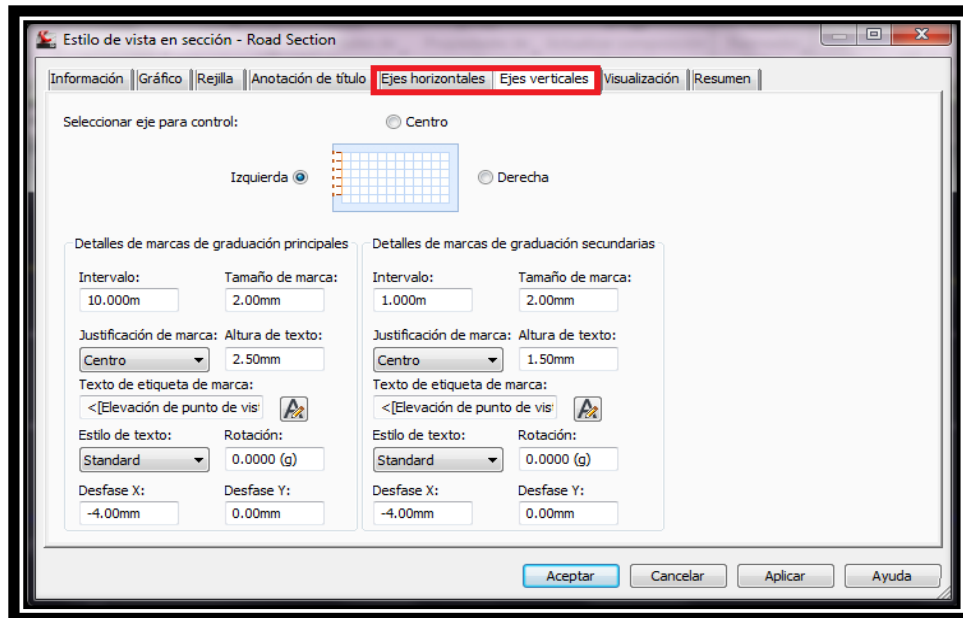


Figura 4.213 Ejes horizontales y verticales

Primero modificaremos los ejes horizontales y los pondremos a cada 1.00m

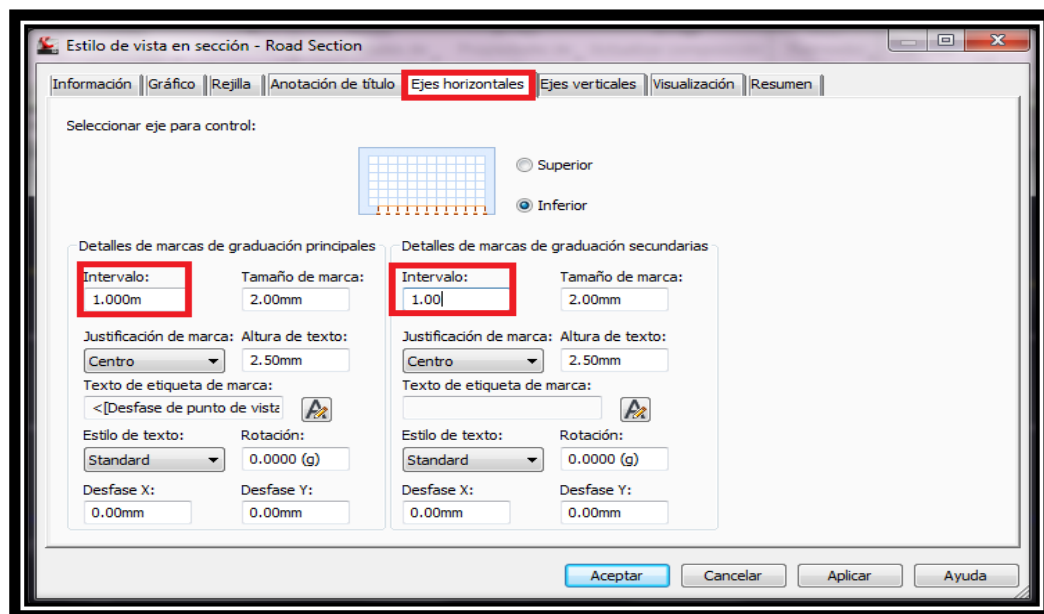


Figura 4.214 Ejes horizontales

Ahora modificaremos los ejes verticales que es a cada cuanto queremos las elevaciones que nos aparezca en nuestra sección para el caso a cada 1.00m se los colocaremos al igual que en los ejes horizontales:

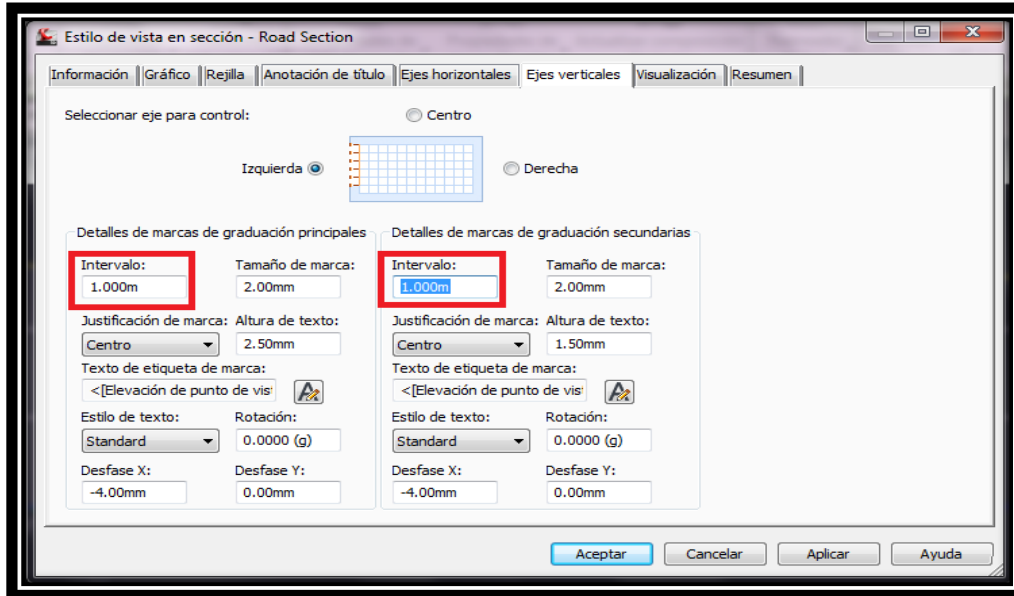


Figura 4.215 Intervalos del eje horizontal

Y nos quedarán las secciones de la siguiente manera:

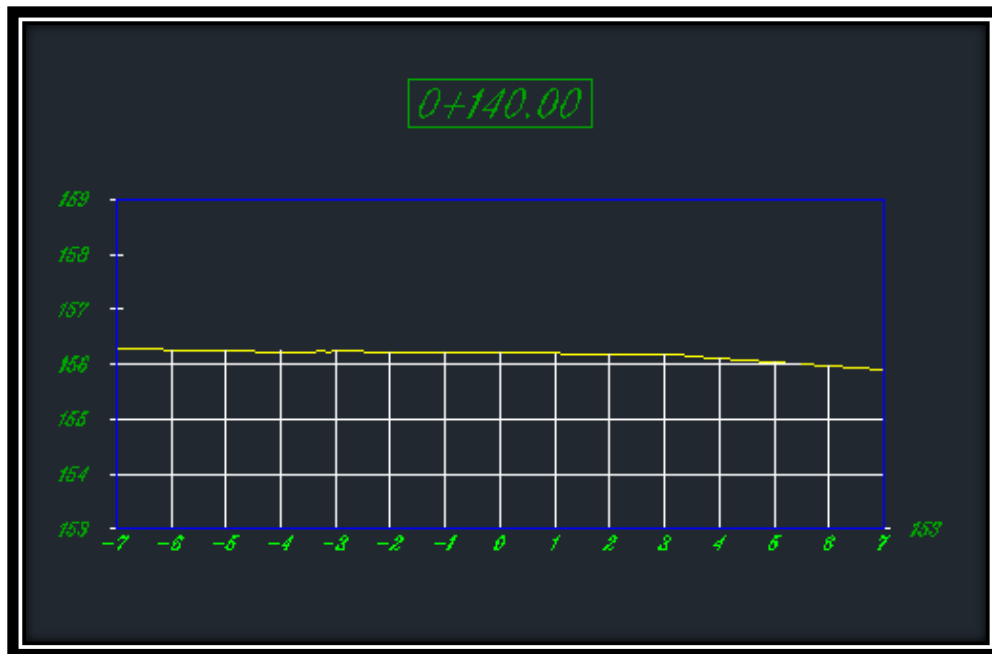


Figura 4.216 Sección transversal

4.26 CREACIÓN DE ENSAMBLAJE

El siguiente paso es crear un ensamblaje nos dirigimos al menú de **Obras lineales** y luego damos clic izquierdo en **crear ensamblaje**

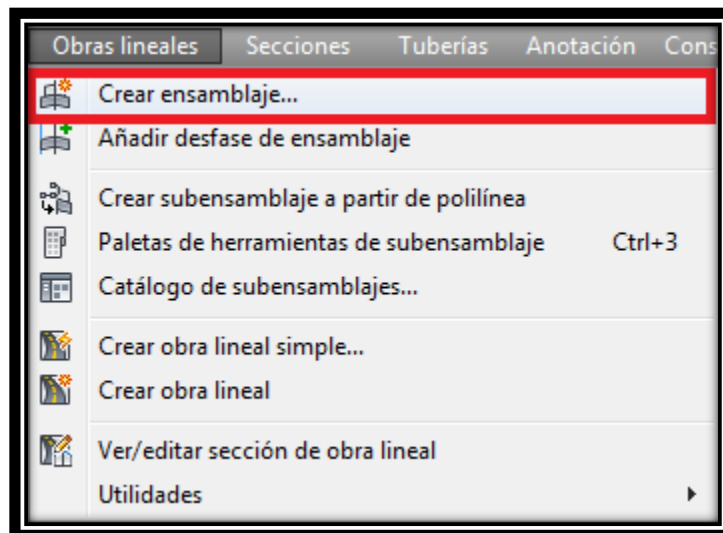


Figura 4.217 Crear ensamblaje

Al hacer clic izquierdo en **crear ensamblaje** nos muestra la siguiente ventana en donde le asignaremos un nombre al ensamblaje:

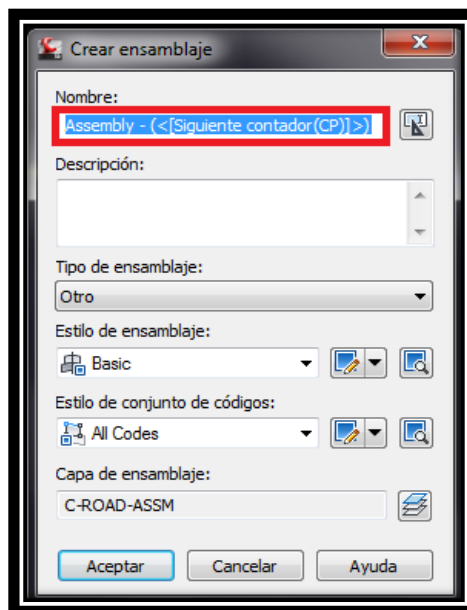


Figura 4.218 Asignación del nombre del ensamblaje

Le asignaremos el nombre de “SECCION TIPICA”:

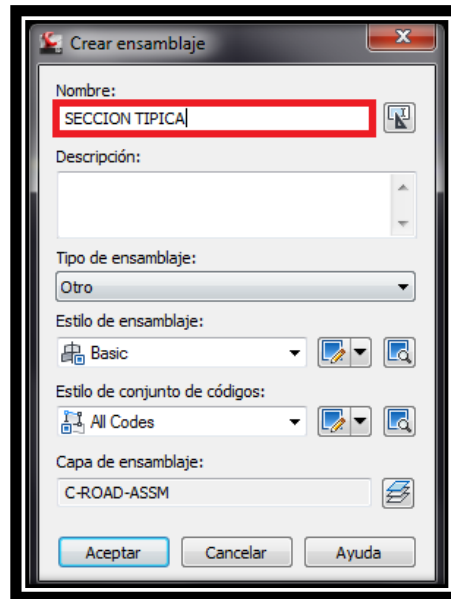


Figura 4.219 Nombre del ensamblaje

Al hacer clic en **Aceptar** nos manda el siguiente mensaje en la barra de comandos:

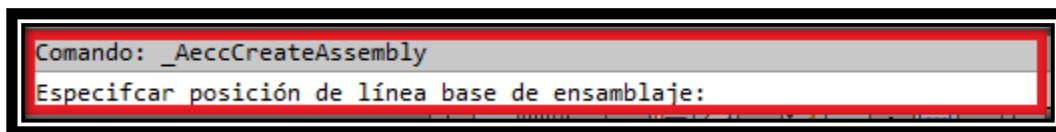


Figura 4.220 Especificar posición de la línea de ensamblaje

Elegimos donde posicionaremos nuestro ensamblaje y nos aparece de la siguiente manera:

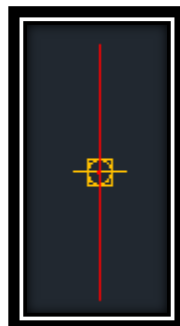


Figura 4.221 Eje del ensamblaje

Una vez tenemos nuestra ensamblaje damos clic en **Paletas de herramientas**

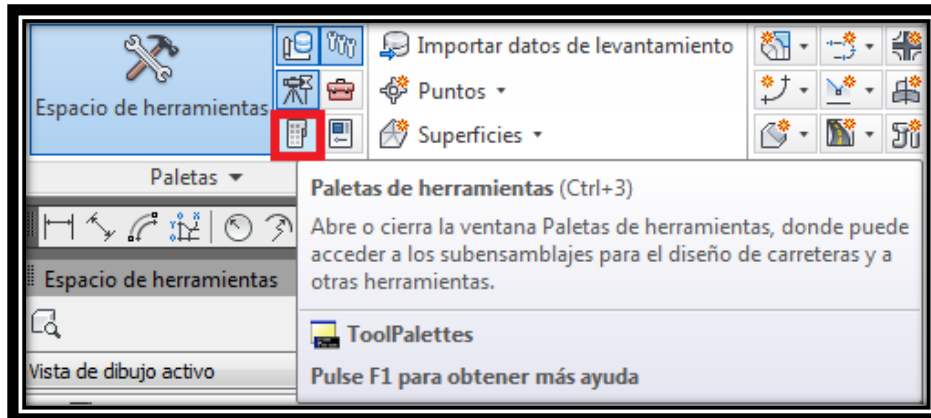


Figura 4.222 Paletas de herramientas

Al dar clic izquierdo sobre **Paletas de herramientas** nos muestra la siguiente ventana:

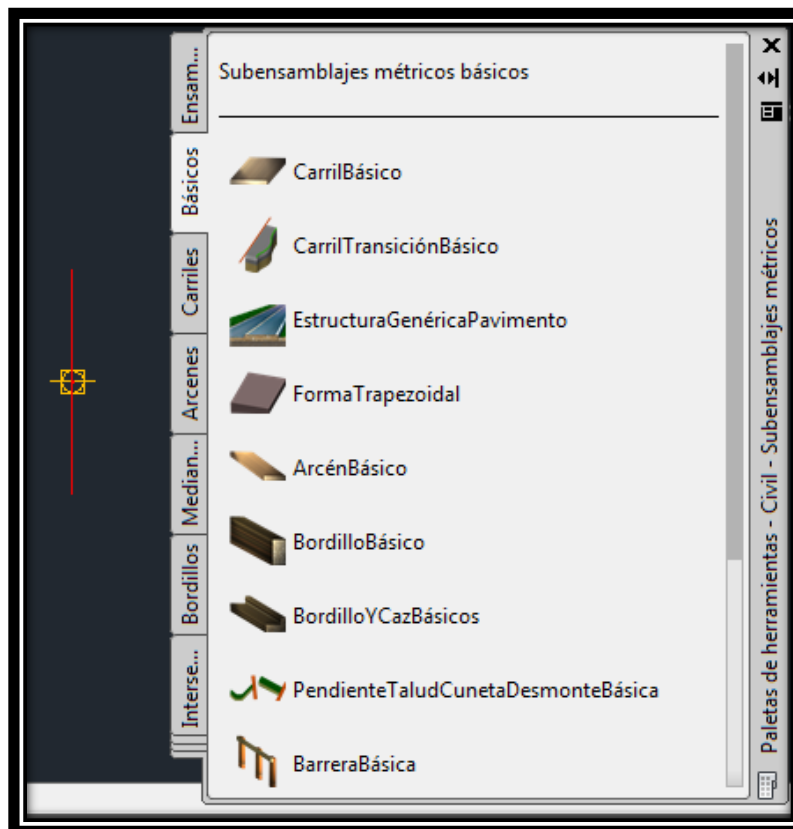


Figura 4.223 Paletas de herramientas, Subensamblajes

En la ventana que nos muestra la imagen anterior elegiremos ancho de carril, contén, acera y talud.

Damos clic en **Carriles** y seleccionamos **LaneSuperelevationAOR**

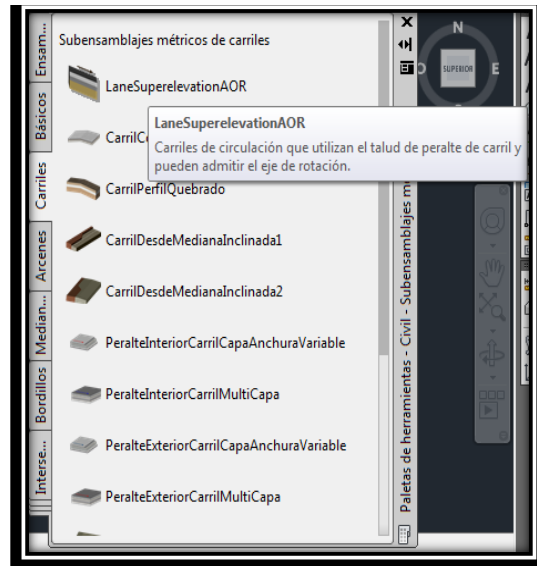


Figura 4.224 LaneSuperelevationAOR

Al seleccionar **LaneSuperelevationAOR** nos muestra las propiedades de éste:

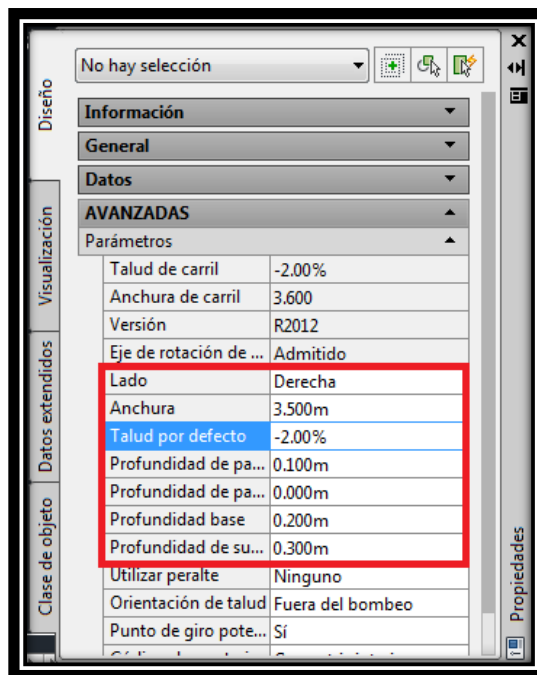


Figura 4.225 Parámetros del carril a diseñar

La que nos interesa es que lado dibujaremos primero en nuestro caso sería el **Derecho** el **ancho de carril** que será de 3.50m **profundidades de base y sub-base**.

Cuando tenemos elegidos estos parámetros nos vamos al ensamblaje y hacemos clic sobre él y nos aparecerá el carril dibujado de la siguiente forma:

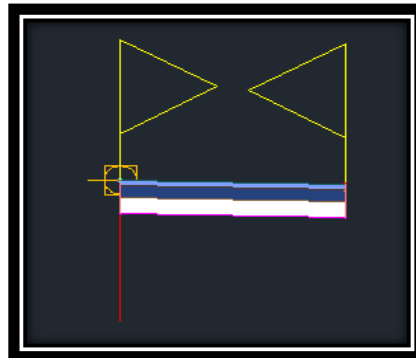


Figura 4.226 Carril diseñado en el área de dibujo

Ahora elegiremos el contén de la siguiente manera:

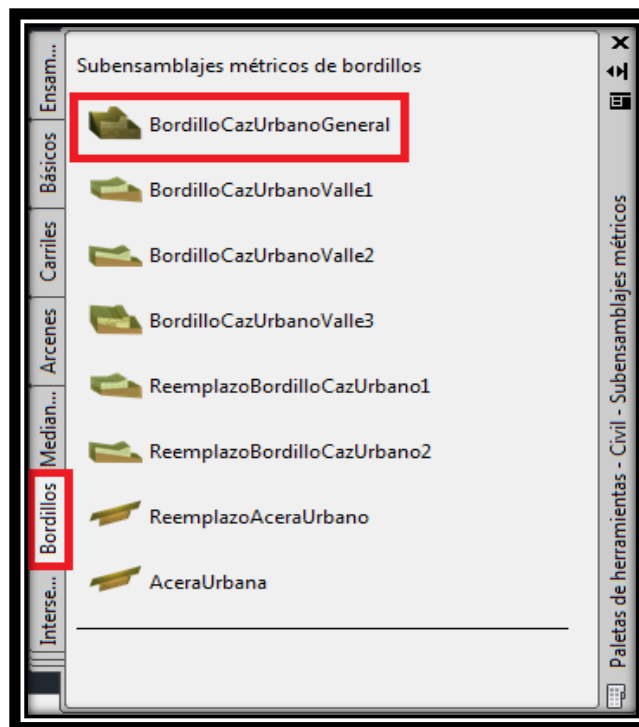


Figura 4.227 Selección de BordilloCazUrbanoGeneral

Al elegir **BordilloCazUrbanoGeneral** nos aparecerán sus propiedades de la siguiente manera:

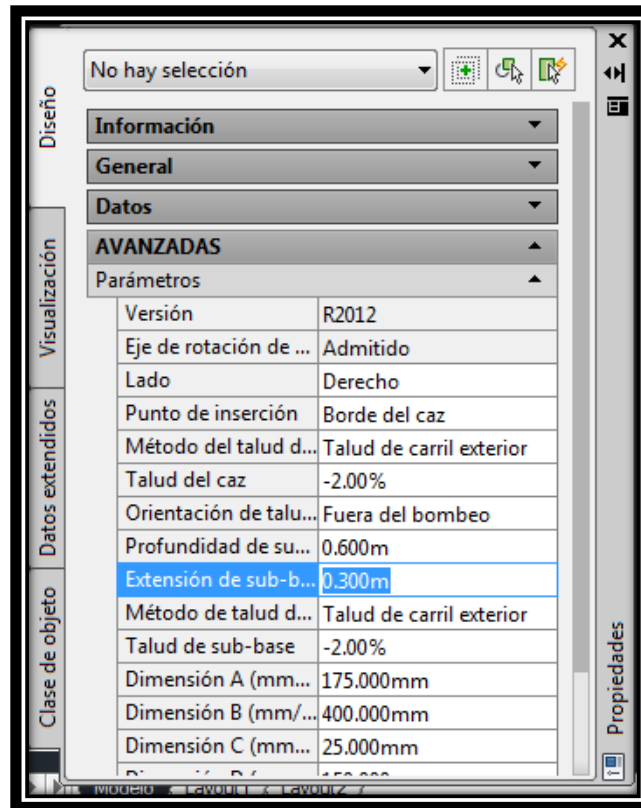


Figura 4.228 Parámetros de los Bordillos

Elegidos los parámetros damos clic sobre el círculo superior derecho que está en el dibujo del carril de la siguiente manera:

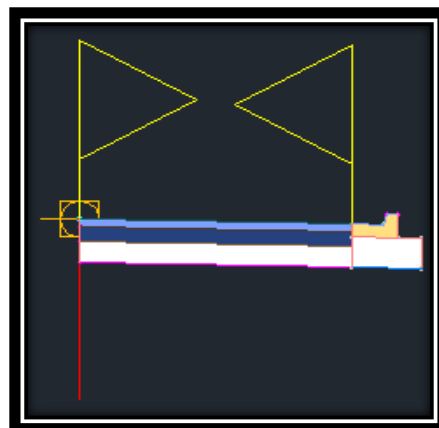


Figura 4.229 Bordillo en el área de dibujo anclado al carril

Ahora elegiremos la acera, hacemos clic sobre **Básicos**

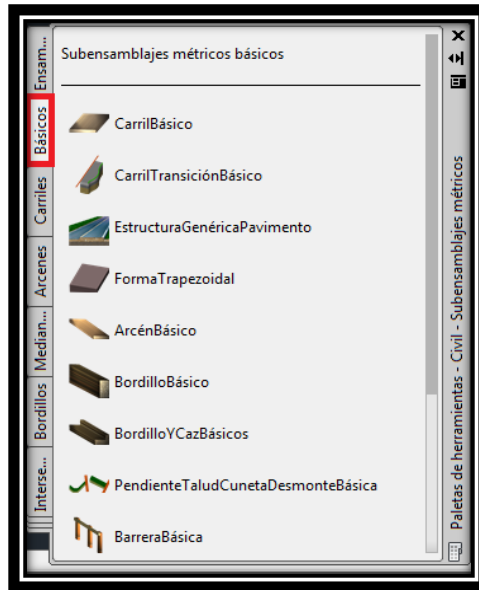


Figura 4.230 Selección de Básicos

Después elegimos **Acera Básica**



Figura 4.231 Acera Básica

Posteriormente damos clic en el círculo superior derecho que quedó dibujado en el contén y ahí anclamos la acera:

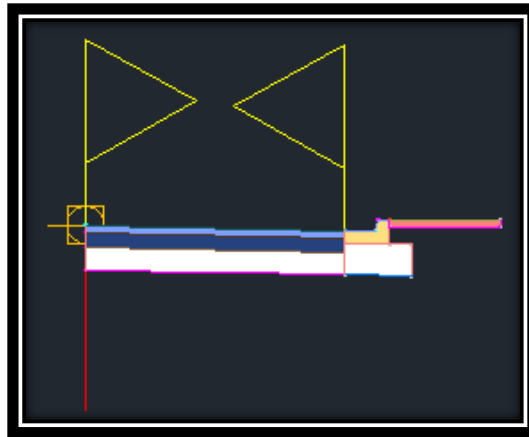


Figura 4.232 Inserción de la acera en el área de dibujo

Ahora elegimos el talud de la siguiente manera haciendo clic en **Básicos** y después seleccionamos **PendienteTaludCunetaDesmonteBásica**:

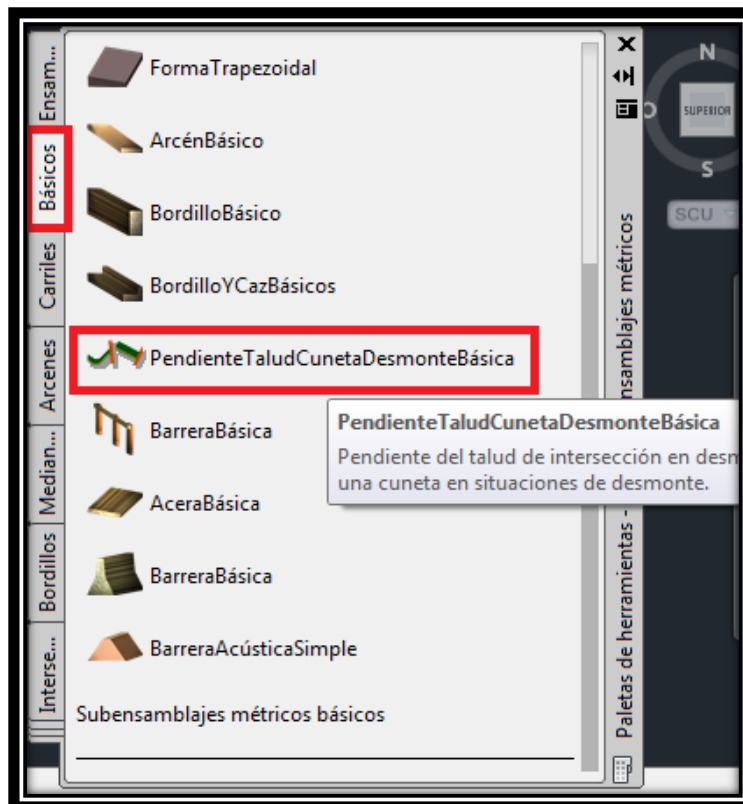


Figura 4.233 Seleccionando PendienteTaludCunetaDesmonteBàsica

Al elegir este Talud posteriormente nos aparecen sus propiedades las cuales son de diseño previamente:

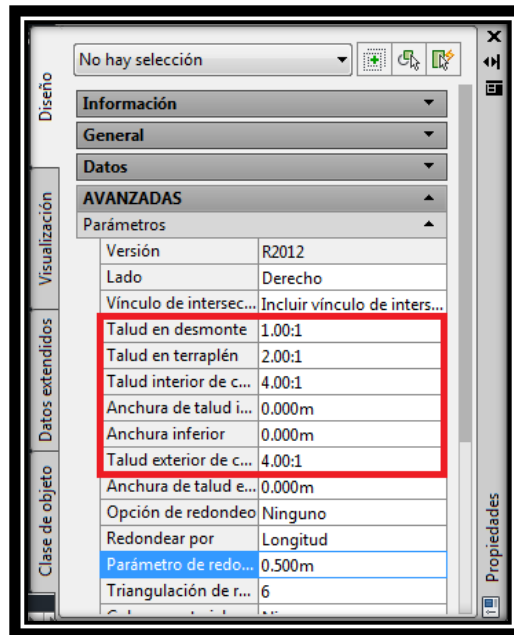


Figura 4.234 Parámetros a diseñar del Talud

Ahora damos clic sobre el círculo superior derecho que ha quedado dibujado en la acera y lo anclamos:

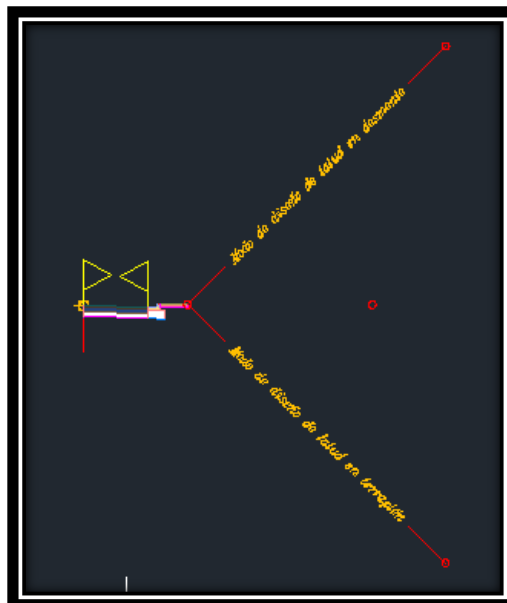


Figura 4.235 Talud insertado en el área de dibujo

Ahora definiremos el lado izquierdo seleccionando todos los sub-ensamblajes:

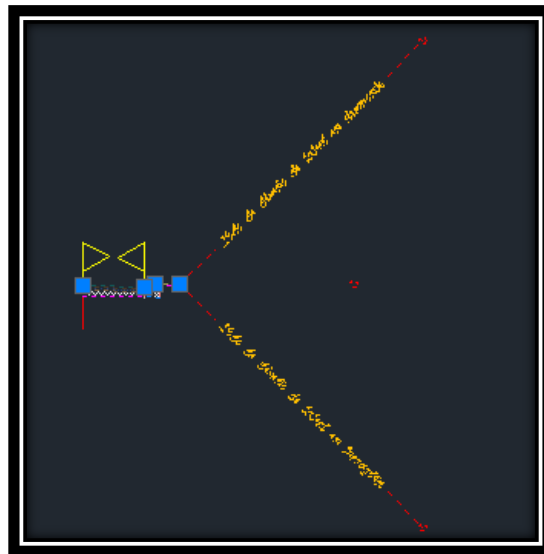


Figura 4.236 Seleccionando Sub-ensamblajes

Después damos clic derecho para que nos aparezca el menú contextual siguiente y damos clic en **Simetría**:

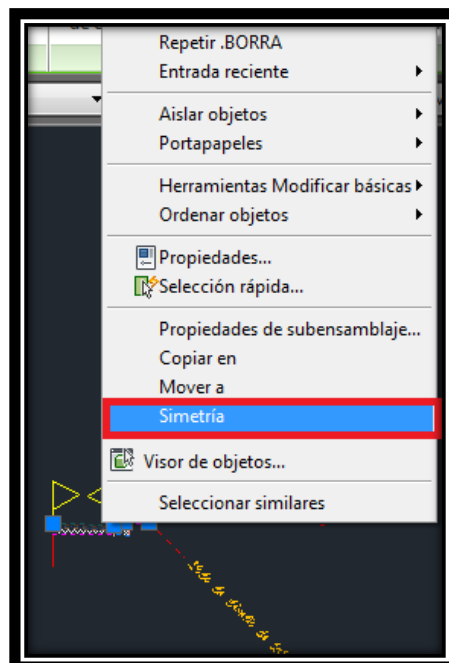


Figura 4.237 Seleccionando Simetría

Una vez seleccionado **Simetría** hacemos clic en el ensamblaje y nos quedará de la siguiente manera:

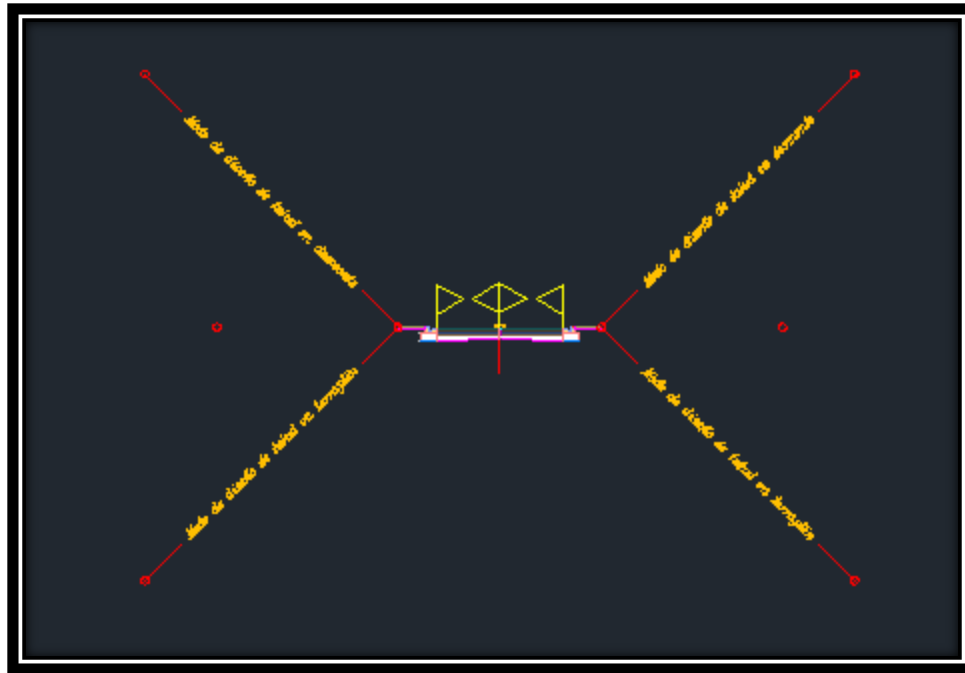


Figura 4.238 Sección Típica completa

Ahora le asignaremos un nombre para eso nos vamos a **texto de líneas múltiples**:

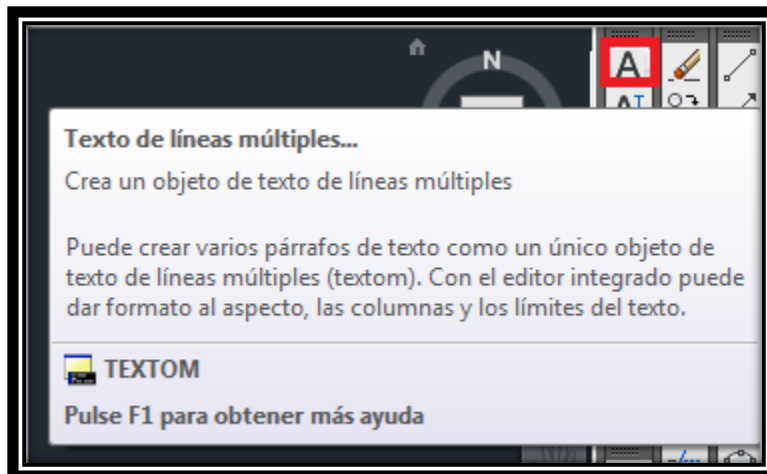


Figura 4.239 Seleccionando Texto de líneas múltiples

Ahora nos vamos a la herramienta **Campo**:

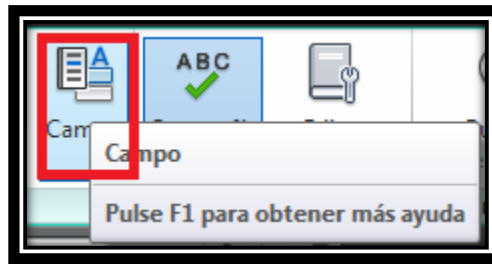


Figura 4.240 Seleccionando Campo

Al dar clic izquierdo sobre la herramienta **Campo** se nos despliega la siguiente ventana:

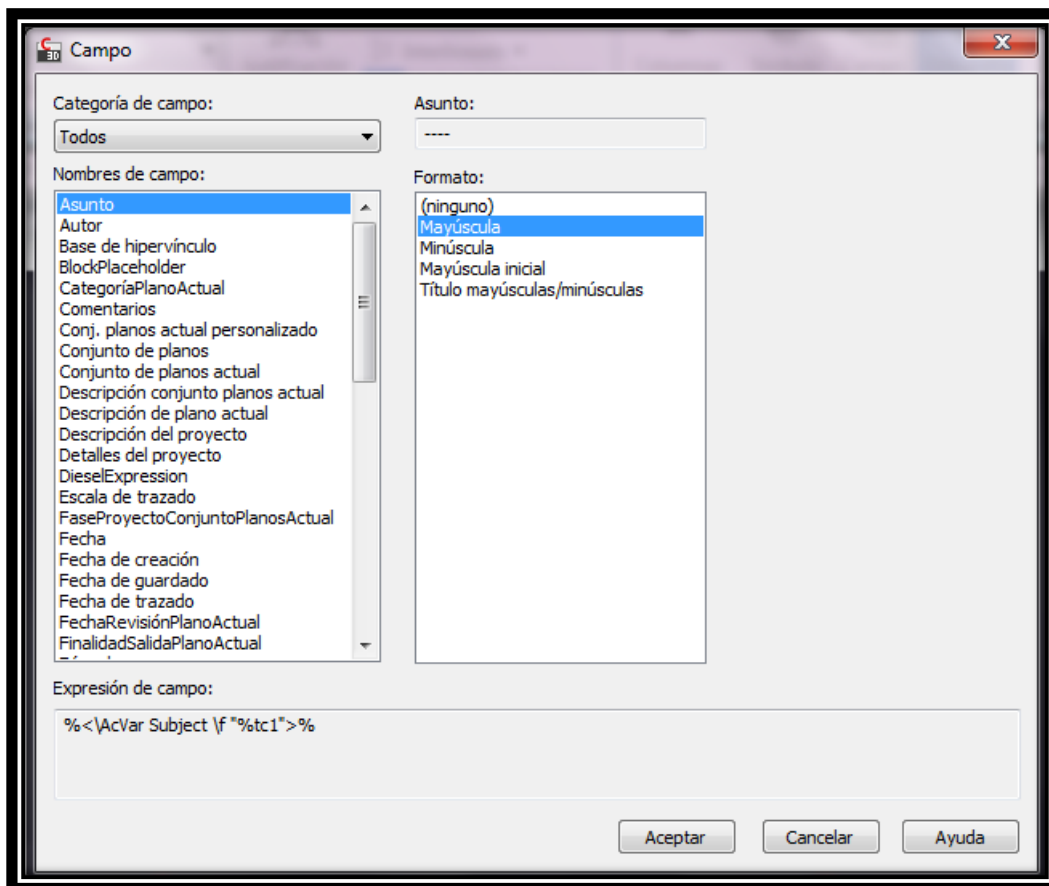


Figura 4.241 Seleccionando Mayúsculas

Después hacemos clic izquierdo sobre la **Categoría de Campo** en **todos** nos mostrará la información siguiente en la cual haremos clic izquierdo sobre **Objetos**:

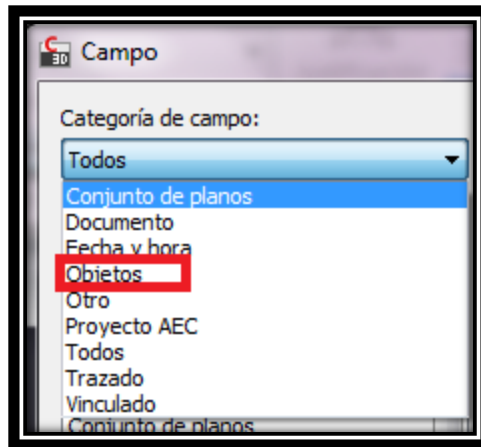


Figura 4.242 Seleccionando Objetos

Después de haber dado clic izquierdo sobre **Objetos** nos mostrará la ventana siguiente en donde haremos clic izquierdo sobre **Objeto**:

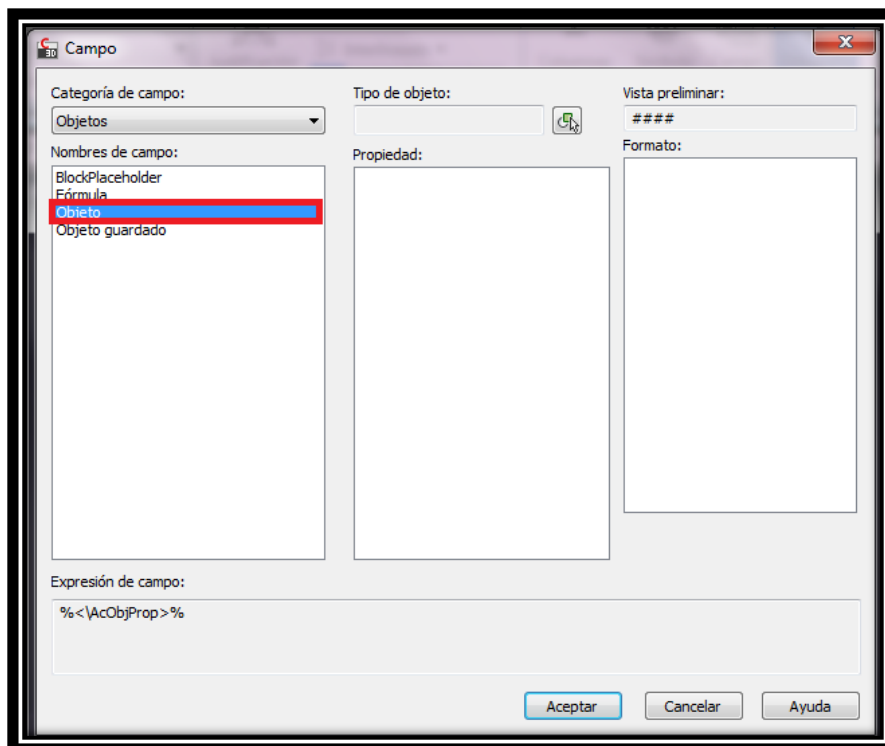


Figura 4.243 Seleccionando objetos

Ahora haremos clic izquierdo sobre **Designar objeto**:

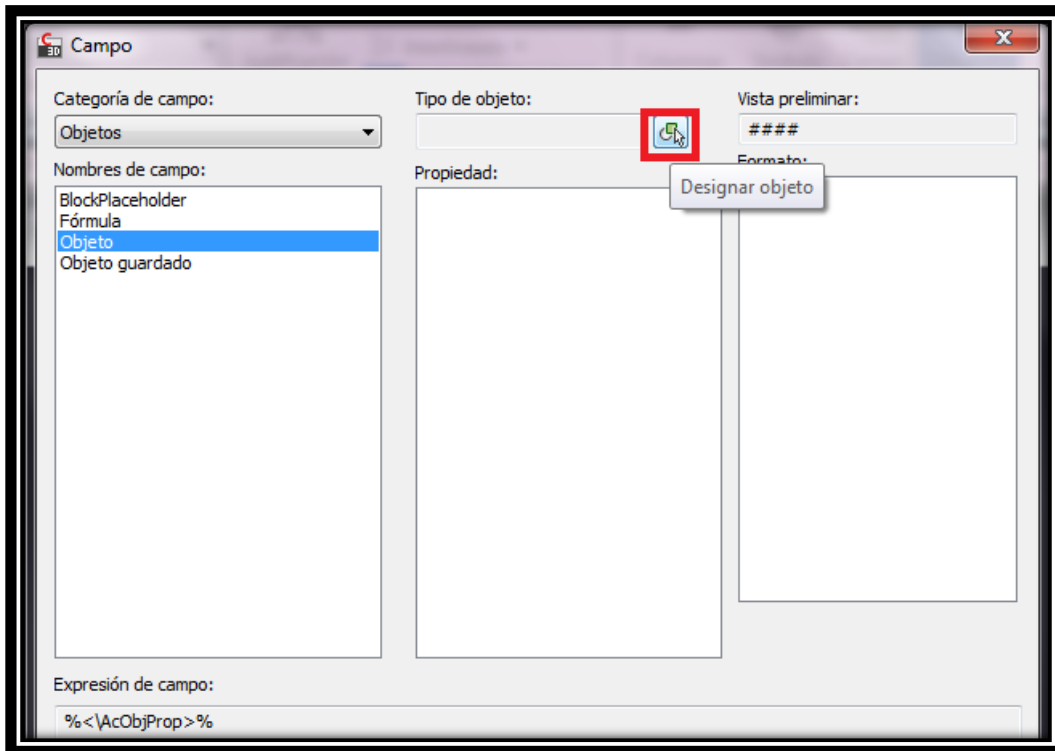


Figura 4.244 Selección de Designación de objetos

Nos vamos al ensamblaje y damos clic izquierdo sobre el eje del ensamblaje como y nos aparecerá la siguiente ventana en donde haremos clic izquierdo sobre **Nombre** y después en **Mayúscula** como lo muestra la figura:

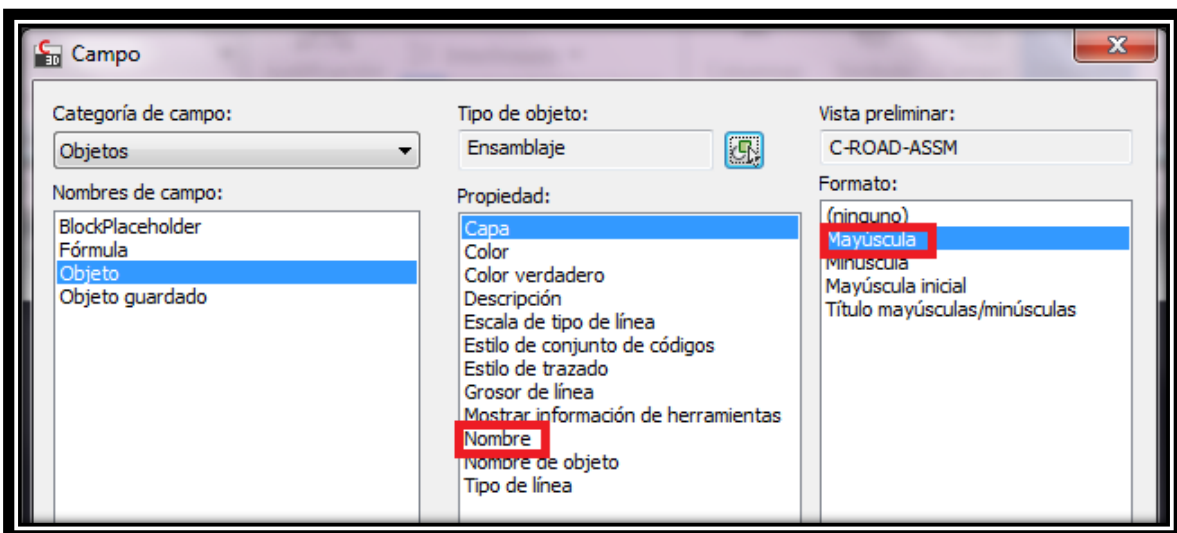


Figura 4.245 Selección de Mayúsculas

Una vez hemos dado clic izquierdo sobre **Nombre** y **Mayúscula** nos aparecerá el nombre en el ensamblaje como se muestra en la figura:

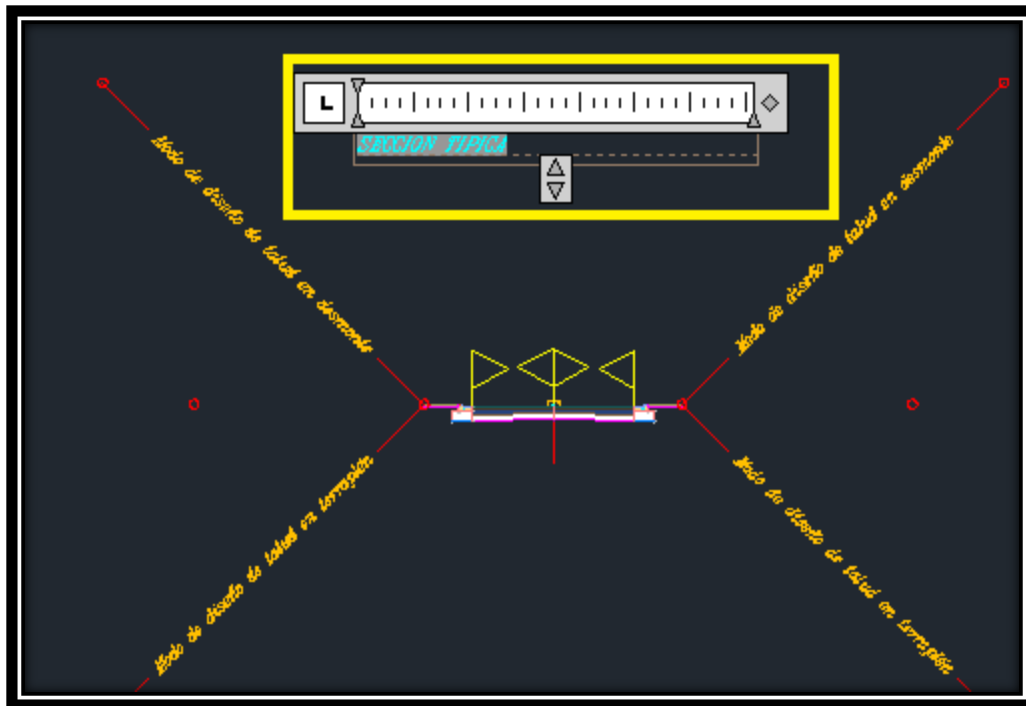


Figura 4.246 Nombre del ensamblaje en la Sección Típica

En la figura anterior nos muestra el nombre que tiene el ensamblaje que es "SECCION TIPICA" y así la nombraremos.

Ahora haremos 2 copias de nuestra "SECCION TIPICA" como se muestra en la imagen:



Figura 4.247 Copias de la Sección Típica

Con estas copias de la “SECCION TIPICA” que hemos creado modelaremos el carril derecho e izquierdo del adoquinado a constituir.

Crearemos el carril derecho, para ello seleccionaremos nuestra “SECCION TIPICA” el lateral izquierdo como se muestra en la figura:

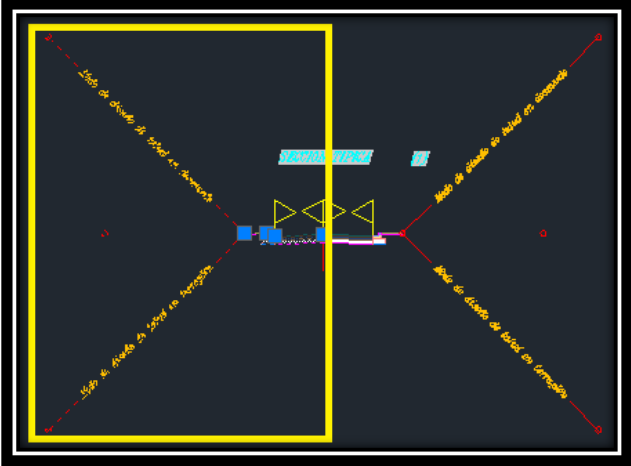


Figura 4.248 Seleccionando el lateral izquierdo de la sección típica

Una vez seleccionado el lateral izquierdo damos **Supr** y nos quedará de la siguiente forma:

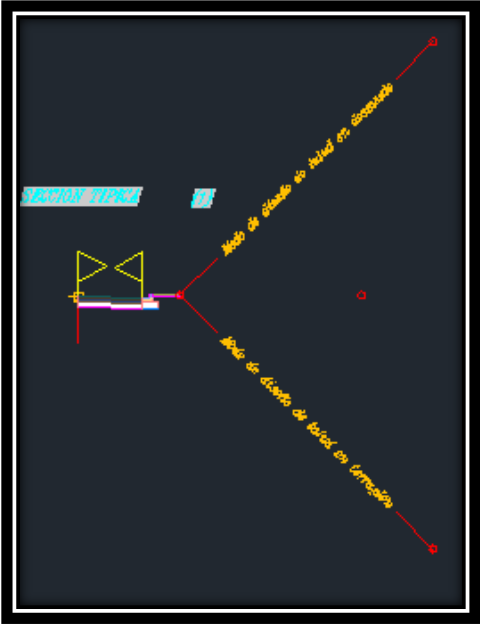


Figura 4.249 Carril Derecho

Podemos observar en la figura anterior que nos ha quedado solo el carril derecho.

Ahora le pondremos un nombre “**carril derecho**” para ello primero seleccionamos el eje del ensamblaje como se muestra en la figura:

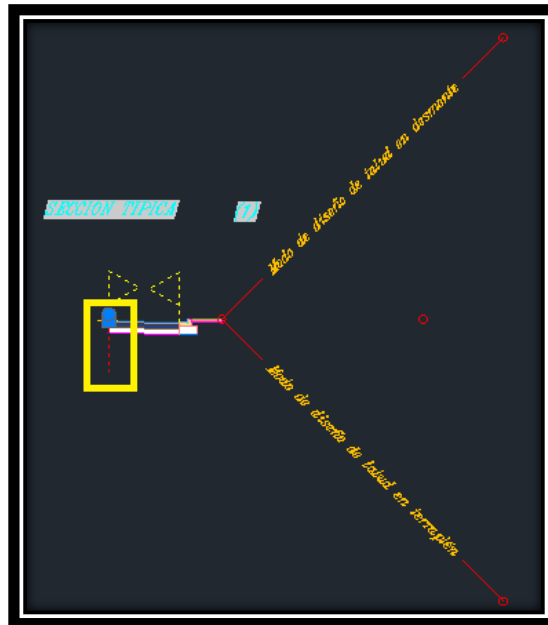


Figura 4.250 Seleccionando el eje del ensamblaje

Ahora damos clic derecho para que nos aparezca el siguiente menú contextual en el cual daremos clic izquierdo sobre **Propiedades de ensamblaje**:

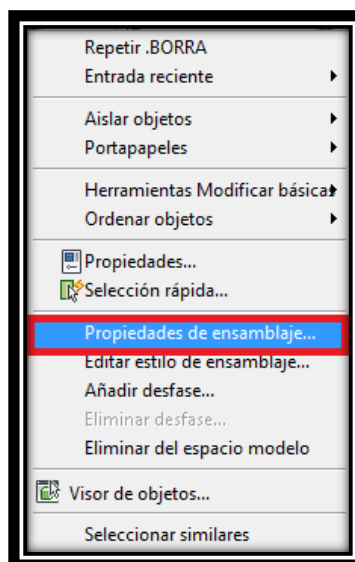


Figura 4.251 Propiedades del ensamblaje

Al dar clic izquierdo sobre **Propiedades de ensamblaje** nos mostrará la siguiente ventana:

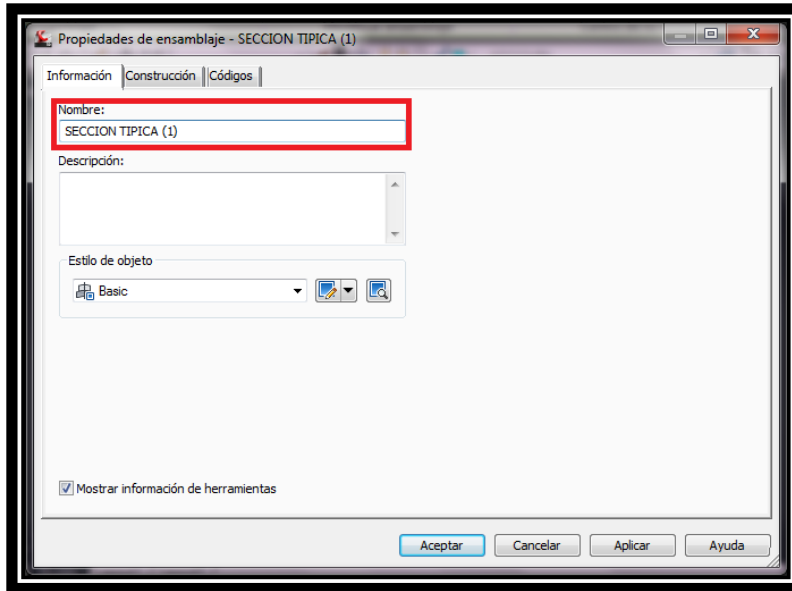


Figura 4.252 Nombre del ensamblaje

En donde se puede observar en el recuadro rojo que es donde asignaremos un nombre le pondremos **“CARRIL DERECHO”** y damos clic en **Aplicar** y **Aceptar**:

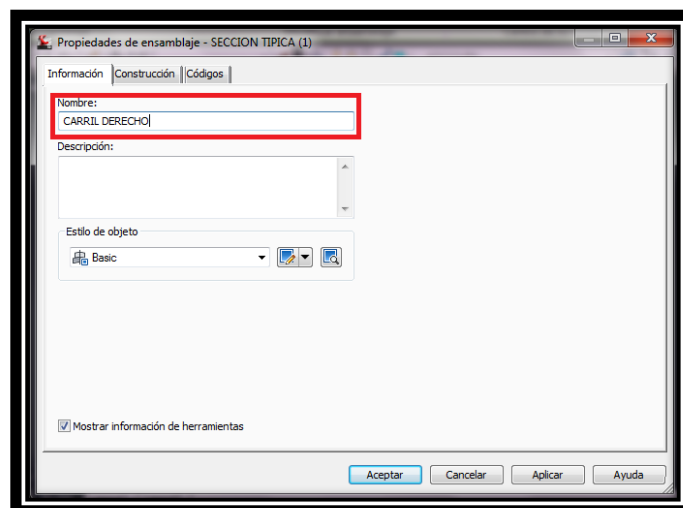


Figura 4.253 Propiedades de ensamblaje

Nos mostrará el carril de la siguiente manera:

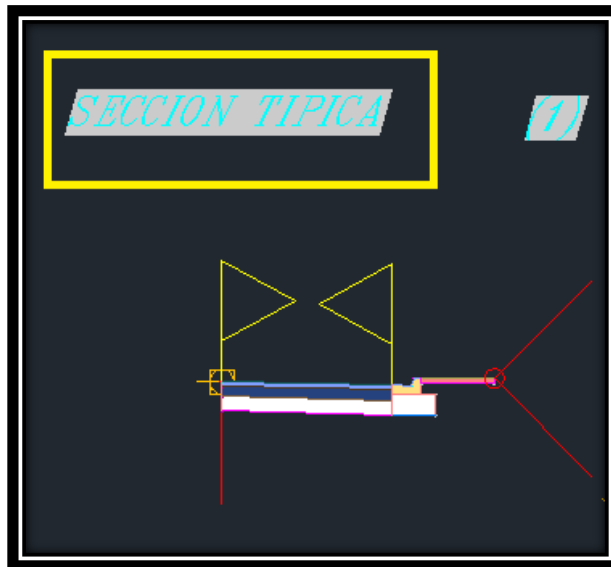


Figura 4.254 Sección Típica

Como observamos no ha cambiado el nombre entonces vamos al menú **Ver** y después damos clic izquierdo en **Regenerar todo**:

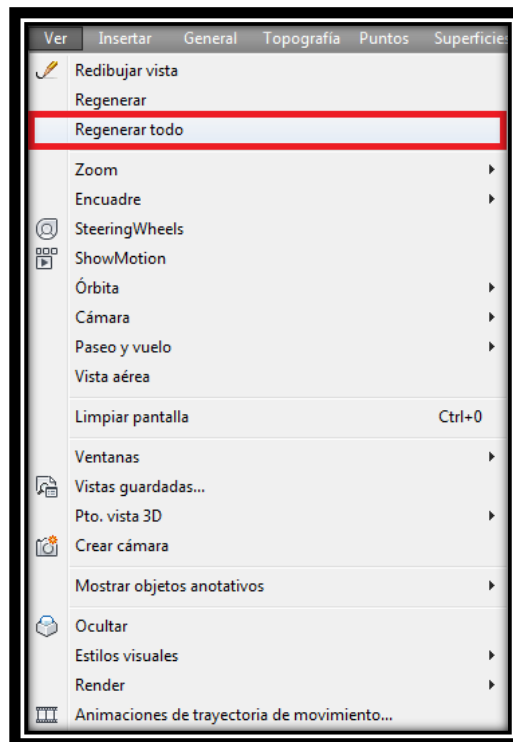


Figura 4.255 Regenerar todo

Después de dar clic en **Regenerar todo** ahora si nos mostrará el nombre correcto que es “**CARRIL DERECHO**”:

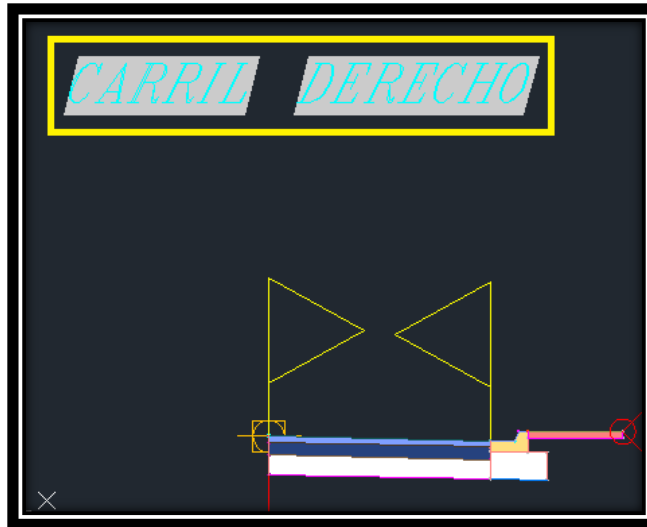


Figura 4.256 Carril Derecho

4.27 GENERAR OBRA LINEAL

Para crear la **Obra Lineal** primero crearemos los anchos de carriles, para ello seleccionaremos el **Alineamiento que hemos creado**:

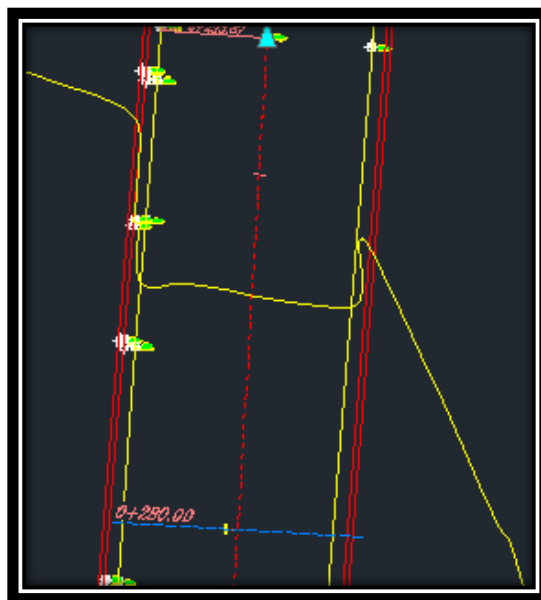


Figura 4.257 Seleccionando el Alineamiento Horizontal

Después de seleccionar el Alineamiento haremos clic izquierdo en **Desfase de alineación** como lo muestra la figura:

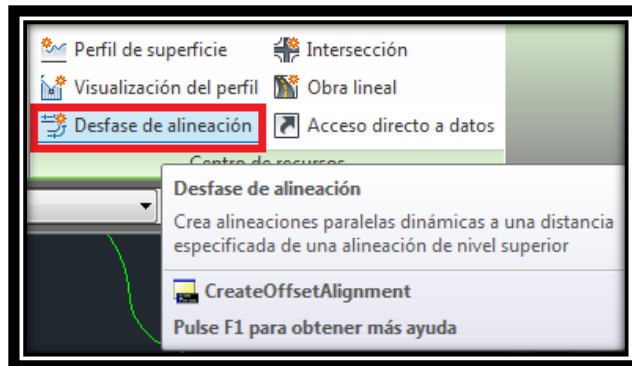


Figura 4.258 Seleccionando Desfase de alineación

Al hacer clic izquierdo en **Desfase de alineación** nos mostrará la siguiente ventana:

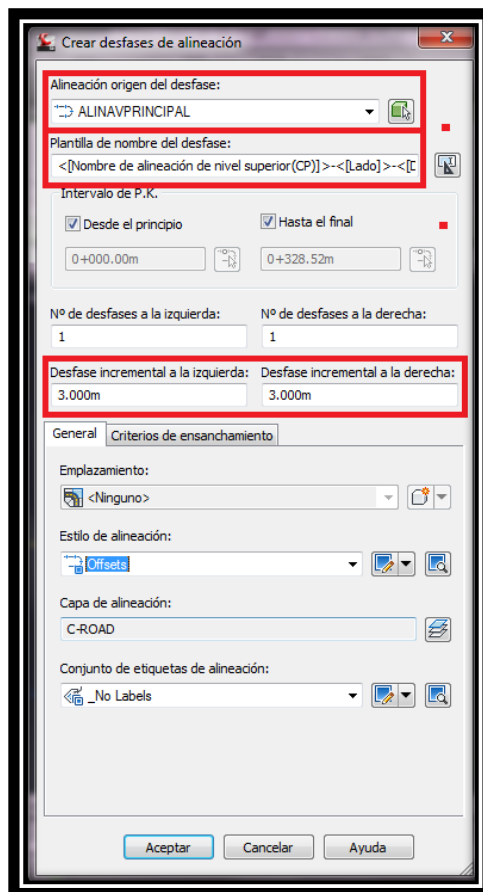


Figura 4.259 Caja de diálogo de Creación de desfasos

En la ventana que nos muestra la figura anterior en el cuadro superior rojo podemos elegir el alineamiento del cual crearemos los desfases, como también podemos asignarle un nombre y el cuadro inferior rojo digitaremos los desfases en nuestro caso recordando que serán de **3.50m** como se muestra en la siguiente imagen:

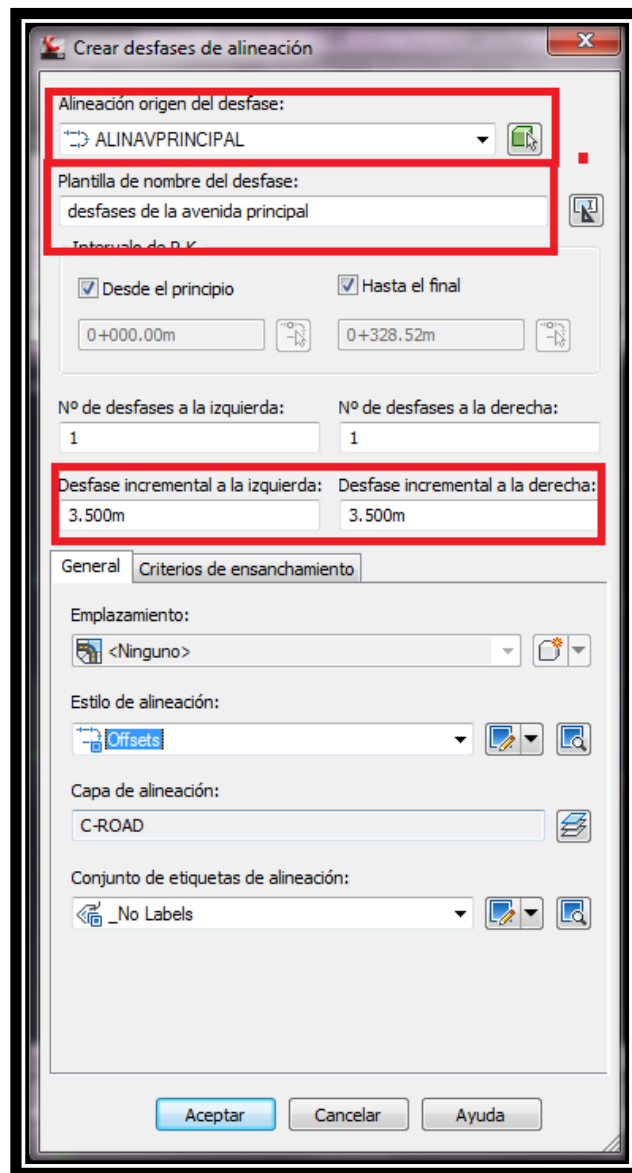


Figura 4.260 Distancias de desfases

Una vez elegidos los parámetros mencionados damos clic izquierdo sobre **Aceptar** y se nos mostrarán los desfases como lo muestra la imagen siguiente:

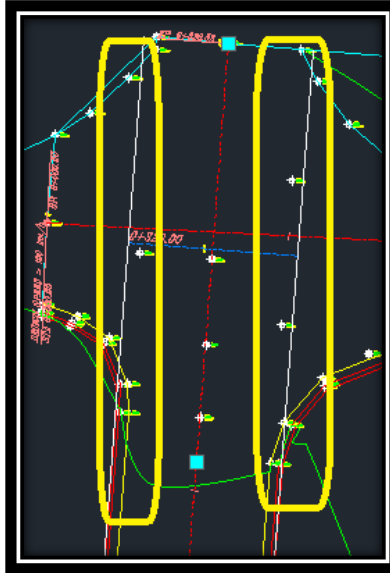


Figura 4.261 Desfases insertados en el área de dibujo

Ahora crearemos de la misma manera los carriles de los otros alineamientos y observaremos que nuestros desfases han quedado interceptados:

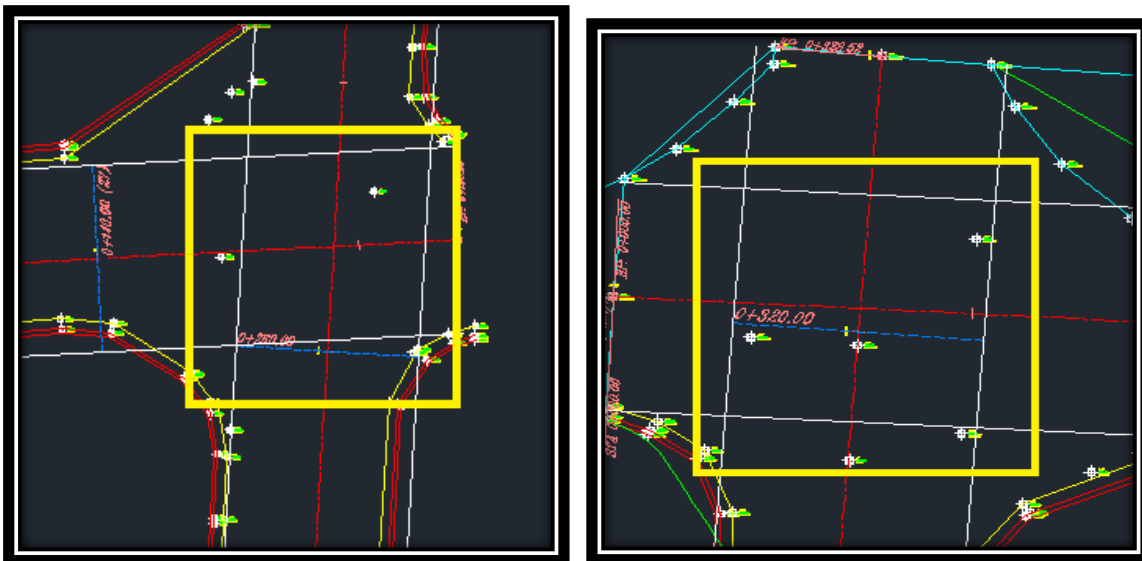


Figura 4.262 Intersección de los desfases



Recortaremos nuestros desfases y que nos queden como muestra la siguiente figura usando el comando  **Recortar** y que nuestros desfases queden como lo muestra la siguiente imagen:



Figura 4.263 Recortando las intersecciones de los desfases

Ahora crearemos unas curvas de radio 6.0 en los desfases con el comando  **Empalme** para que nos queden los desfases de la siguiente manera:

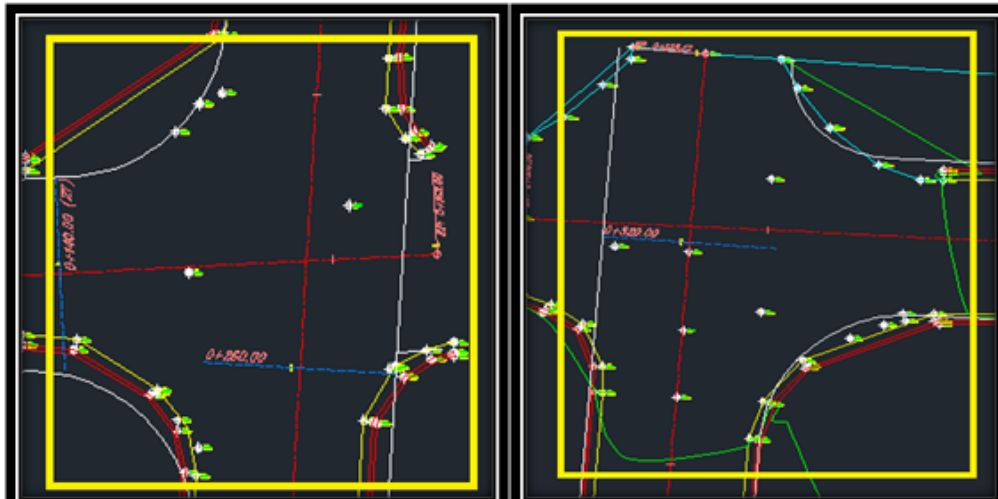


Figura 4.264 Radios de los desfases realizados

Es decir en las imágenes anteriores se muestra que ya vamos modelando lo que serán las intersecciones que son muy importantes.

4.28 CREAR OBRA LINEAL

Una vez creado el alineamiento (ruta) el perfil de la ruta y ensamblaje posteriormente pasamos a crear la obra lineal, para crearla tenemos que tener muy claro cuál será la principal, en nuestro caso será la “**AVENIDA PRINCIPAL**” ya que las calles son las que la alimentan, para ello nos dirigimos a la herramienta de **obra lineal** y damos clic izquierdo sobre **crear obra lineal simple**:

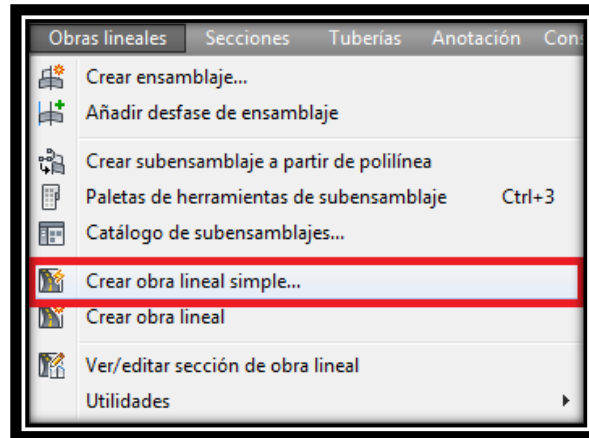


Figura 4.265 Crear obra lineal simple

Cuando damos clic izquierdo sobre **Crear obra lineal simple** nos desplegará la siguiente ventana:

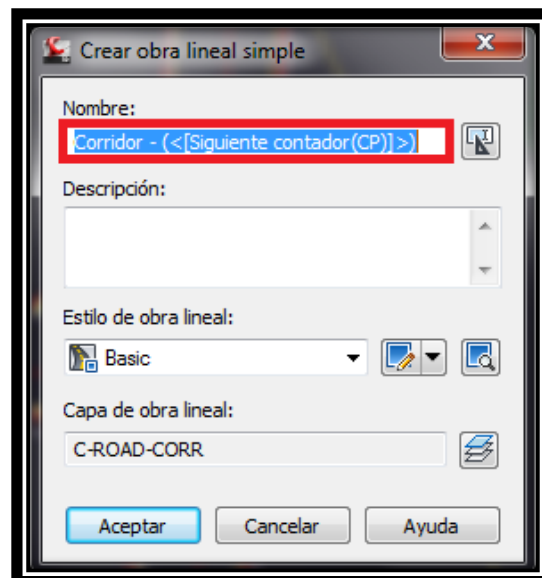


Figura 4.266 Espacio para colocar nombre al corredor

Posteriormente le colocamos un nombre en nuestro caso le asignaremos el nombre de “**CORREDOR PRINCIPAL**” y después damos clic izquierdo en **Aceptar**:

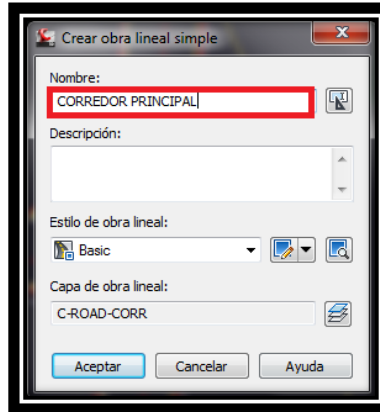


Figura 4.267 Asignación de nombre al Corredor

Cuando damos clic en **Aceptar** nos manda el siguiente mensaje en la barra de comandos:

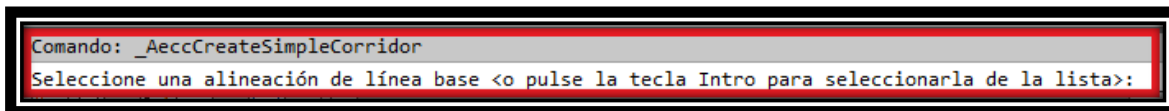


Figura 4.268 Selección de una alineación de línea base

Presionamos la tecla **Enter** y nos aparece la siguiente ventana en donde observamos los alineamientos que hemos creado, seleccionamos “**ALINAVPRINCIPAL**” y hacemos clic en **Aceptar**:

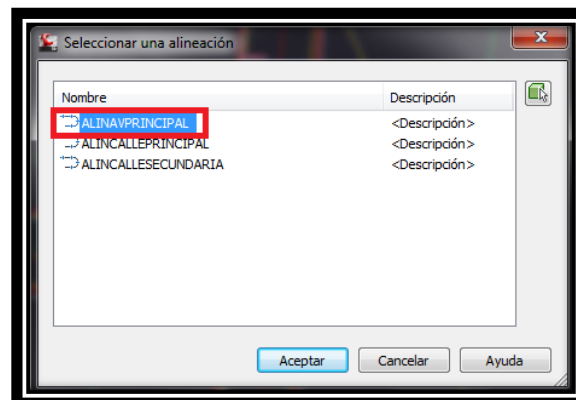


Figura 4.269 Selección del Alineamiento de la Avenida Principal

Al dar clic en “**ALINAVPRINCIPAL**” nos mostrará el siguiente mensaje en la barra de comandos:

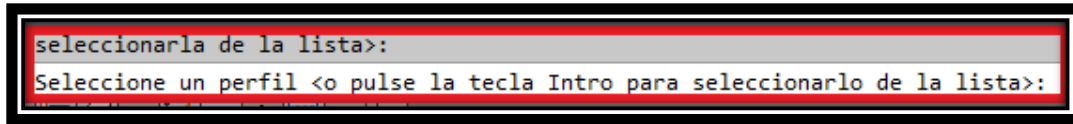


Figura 4.270 Selección de un perfil

Presionamos **Enter** y nos despliega la siguiente ventana:

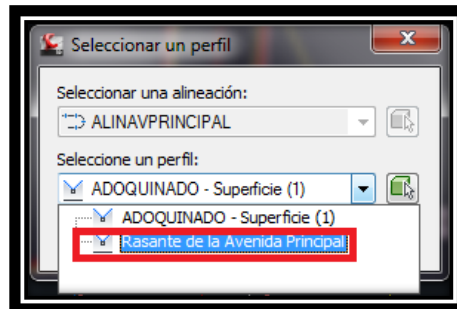


Figura 4.271 Selección de la Rasante de la Avenida Principal

Hacemos clic en “**Rasante de la Avenida Principal**” y nos muestra el siguiente mensaje en la barra de comandos:

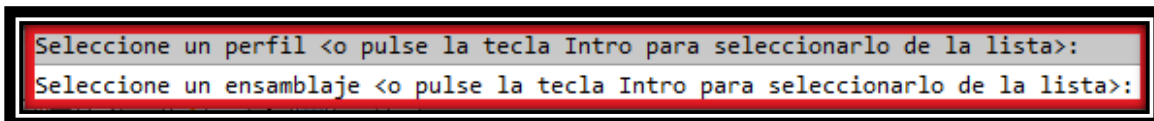


Figura 4.272 Selección de un perfil

Presionamos **Enter** y nos muestra la siguiente ventana en donde daremos clic en “**SECCION TIPICA**” y damos clic izquierdo en **Aceptar**:

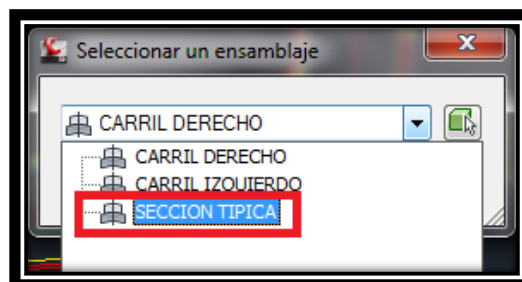


Figura 4.273 Selección de la SECCION TIPICA

Al dar clic izquierdo en **Aceptar** nos muestra la siguiente ventana en donde por el momento solo daremos clic izquierdo en **Aceptar**:

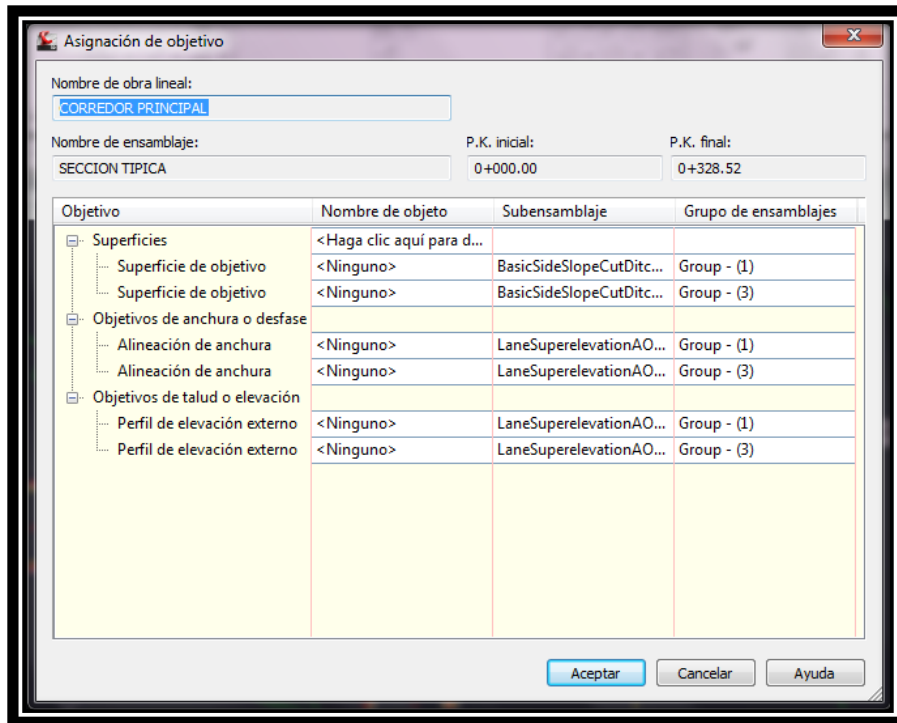


Figura 4.274 Aceptando los parámetros de la obra lineal

Nos mostrará el corredor en la Avenida Principal:

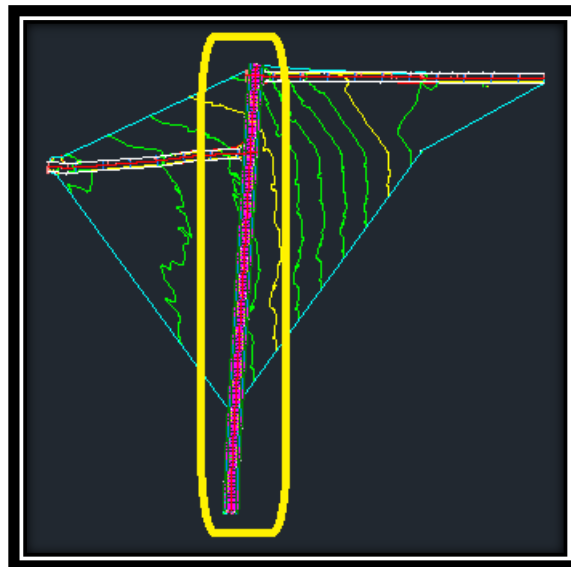


Figura 4.275 Corredor de la Avenida Principal

4.29 CREACIÓN DE DATUM

Para el cálculo de materiales tenemos que crear un datum para ellos nos dirigimos al espacio de herramientas en la opción **obra lineal**

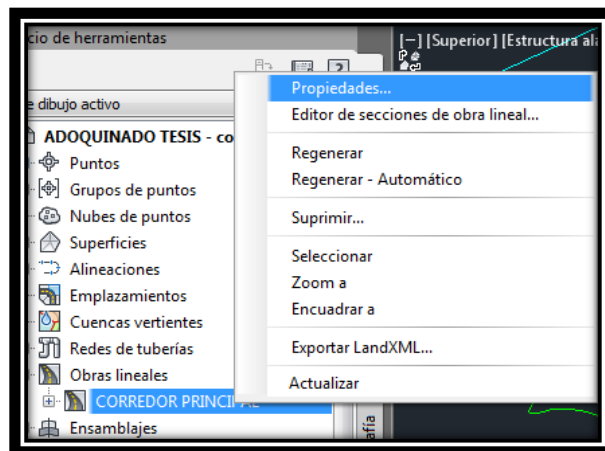


Figura 4.276 Selección de Propiedades de la obra lineal

Al hacer clic izquierdo en **Propiedades** se nos desplegará la siguiente ventana:

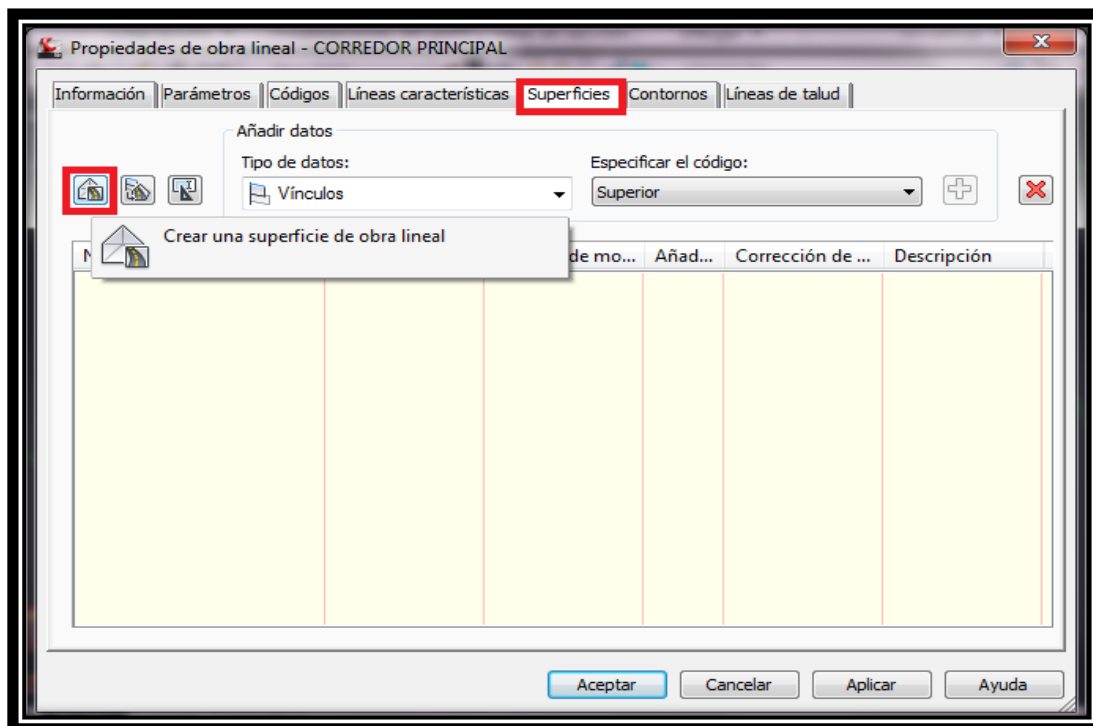


Figura 4.277 Selección de Superficies

Luego especificamos que es un **datum** y hacemos clic en **Añadir elemento de superficie**:

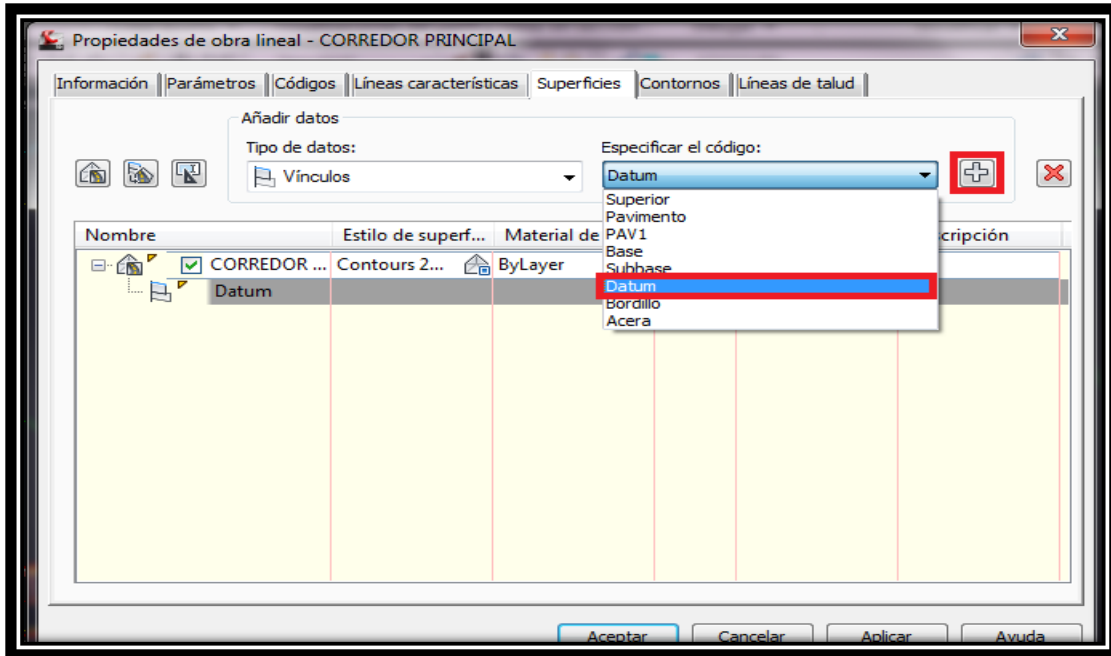


Figura 4.278 Selección del Datum

En la pestaña seleccionamos vínculos inferiores:

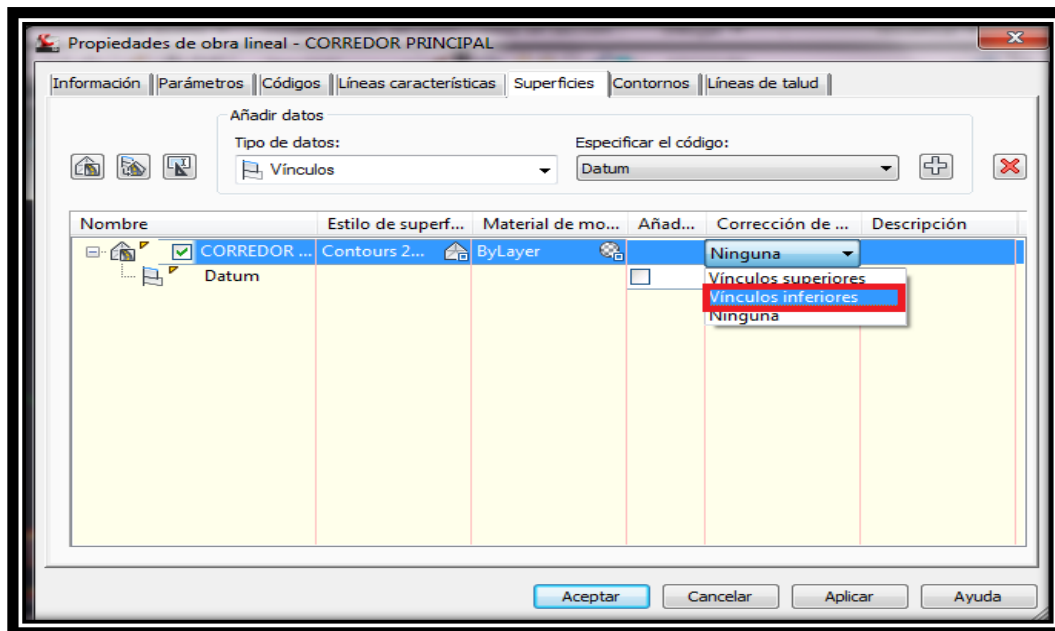


Figura 4.279 Selección de Vínculos inferiores

Inserción de datum y de la obra lineal a las vistas múltiples

Una vez creado el datum lo agregaremos junto al corredor en las vistas múltiples para ellos nos dirigimos a espacio de herramientas alineaciones hasta llegar a líneas de muestreo:

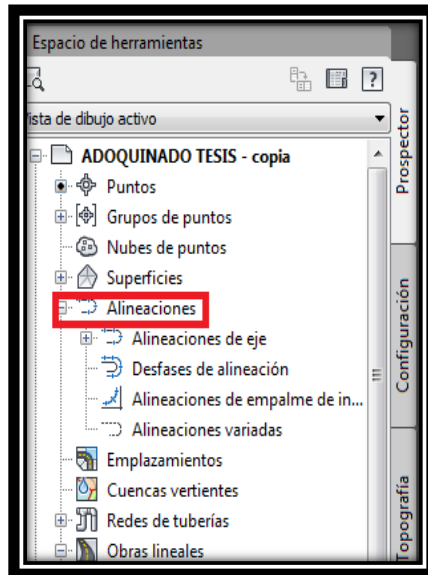


Figura 4.280 Selección de Alineaciones

Damos clic derecho y luego seleccionamos **Propiedades**:

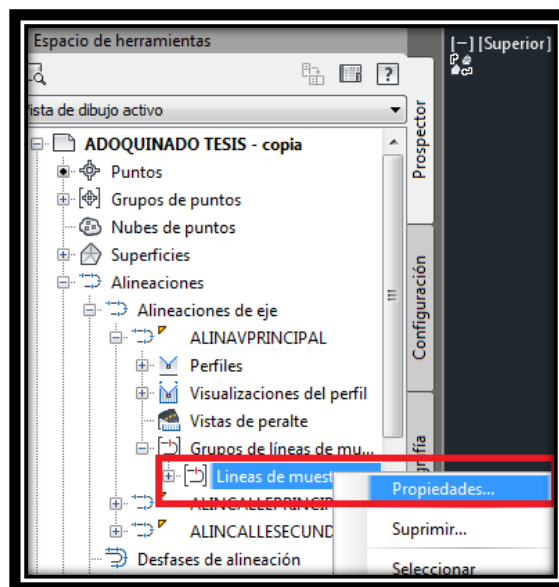


Figura 4.281 Selección de propiedades de líneas de muestreo

Al dar clic en **Propiedades** se nos despliega la siguiente ventana y daremos clic en **Muestrear más orígenes**:

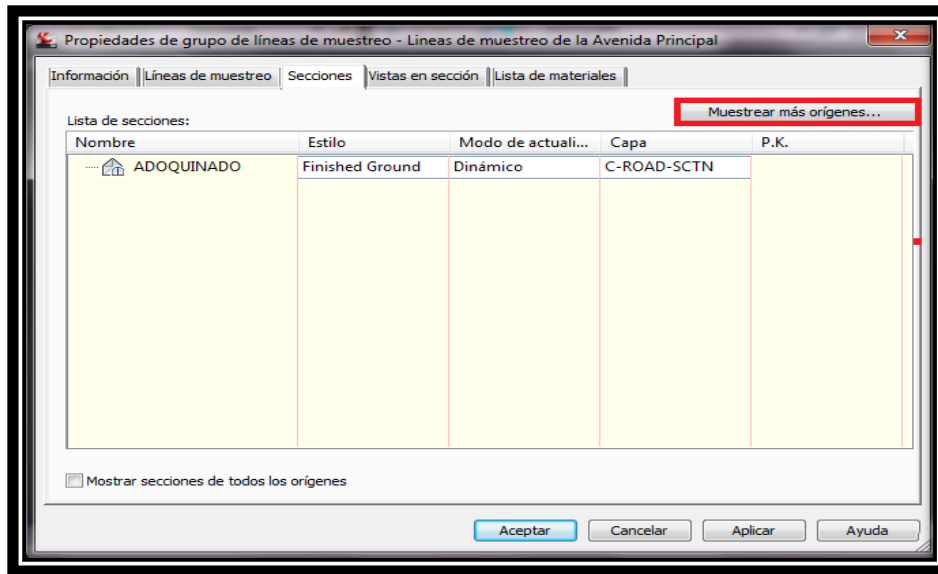


Figura 4.282 Selección de muestrear más orígenes.

Al dar clic en **Muestrear más orígenes** nos muestra la siguiente ventana:

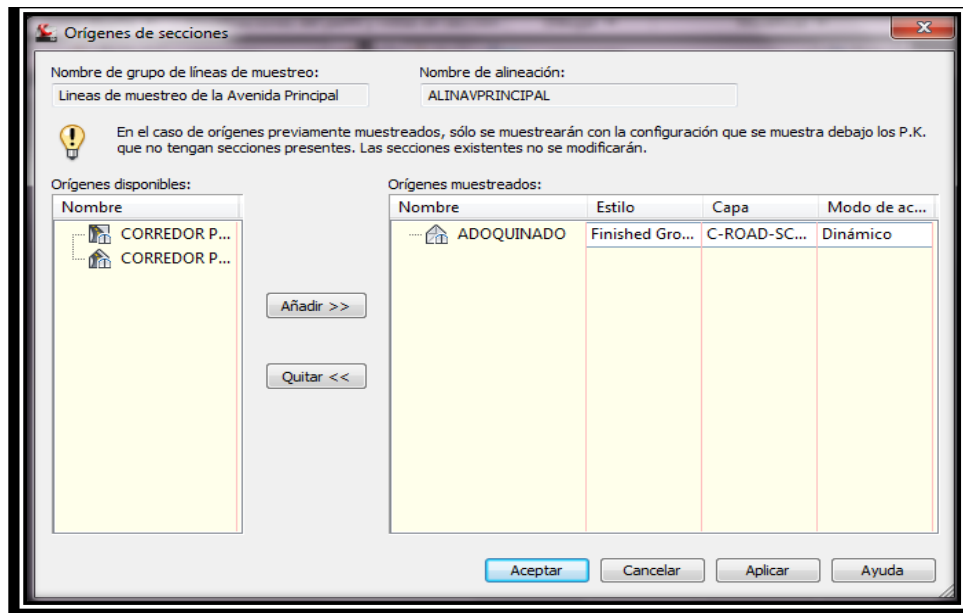


Figura 4.283 Orígenes de secciones

En la ventana anterior añadimos el corredor y el datum.

4.30 CÁLCULO DE MATERIALES

Para calcular materiales pulsamos en la línea del datum:

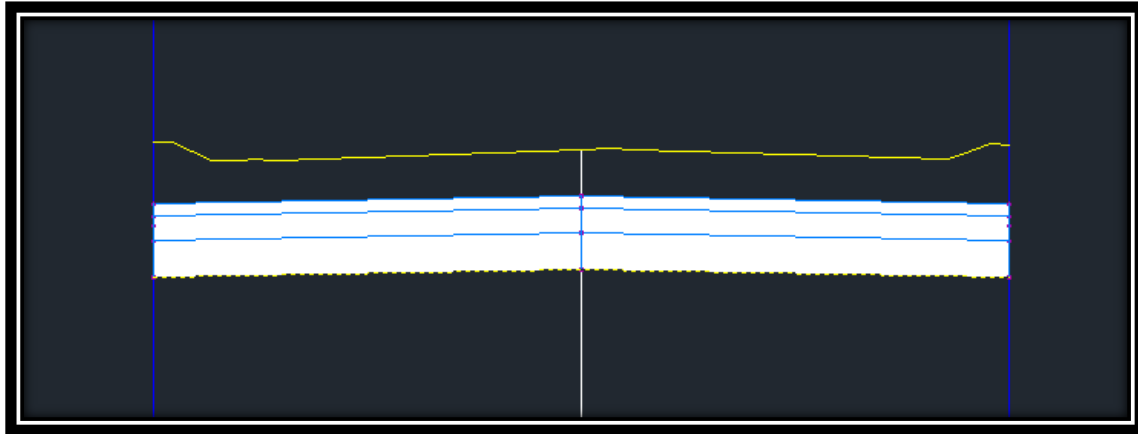


Figura 4.284 Seleccionando la línea de datum

Después hacemos clic en **Calcular materiales**:

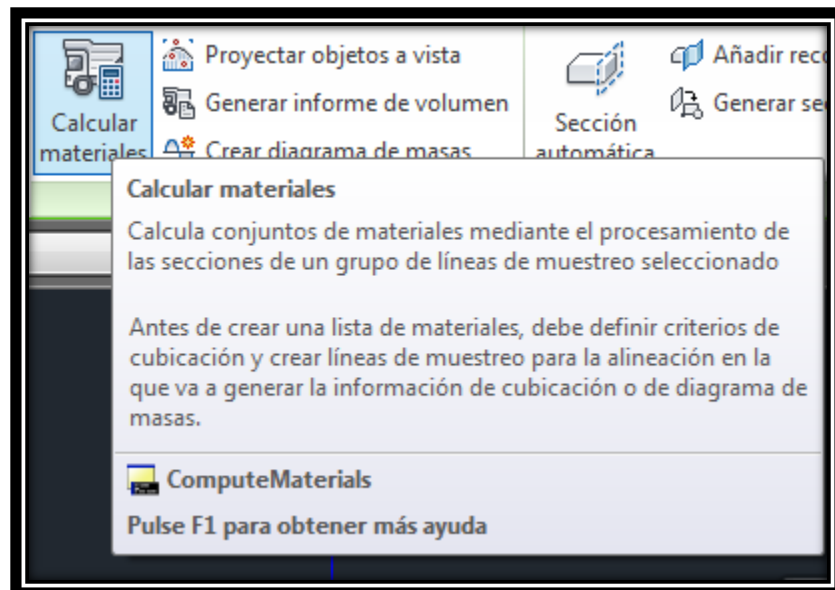


Figura 4.285 Selección de cálculo de materiales

Nos aparecerá la siguiente ventana y presionamos **Aceptar**:

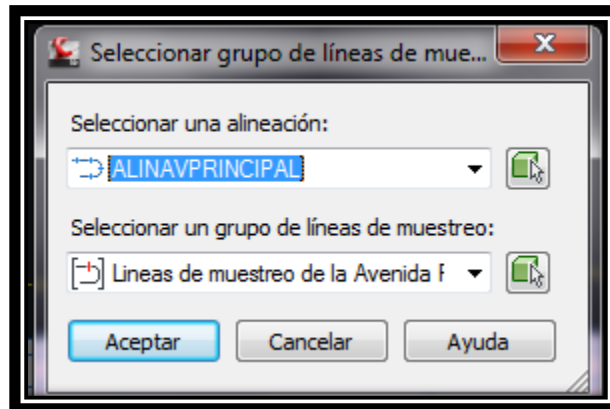


Figura 4.286 Selección de alineación

En la ventana de cálculo de material seleccionamos nuestra superficie que se le ha asignado “**ADOQUINADO**” y en DATUM agregamos al corredor:

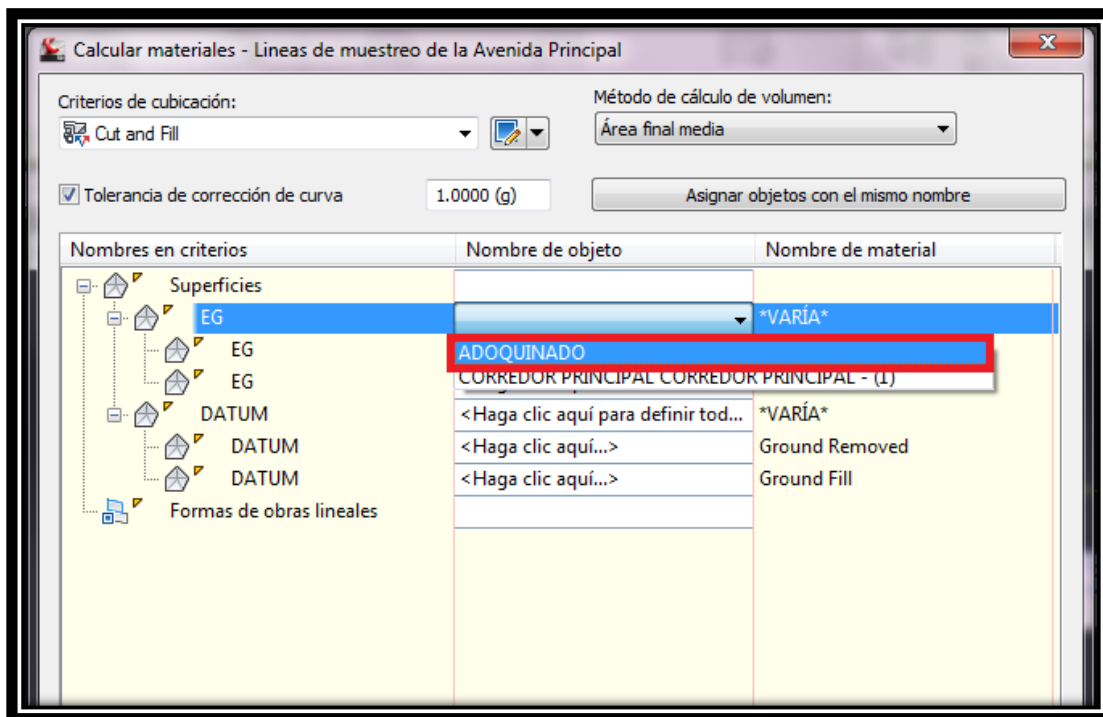


Figura 4.287 Selección de ADOQUINADO

Una vez seleccionadas la superficie y el datum presionamos **Aceptar** y se nos agregará el corte y relleno en las secciones:

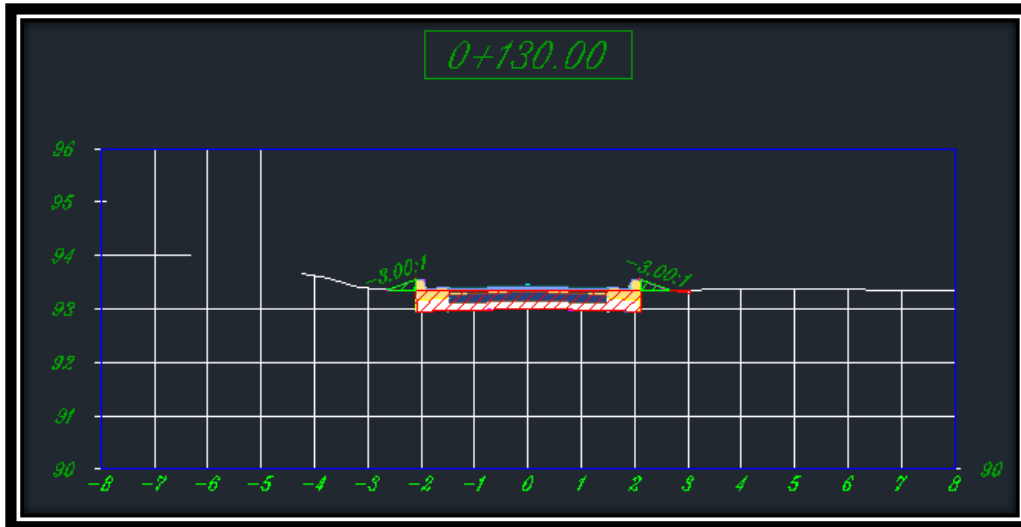


Figura 4.288 Corte y Relleno en las secciones

Inserción de tabla de volúmenes

Ahora crearemos la tabla de volúmenes nos dirigiremos al menú **Secciones** luego **añadir tablas** y hacemos clic en **volumen de material**:

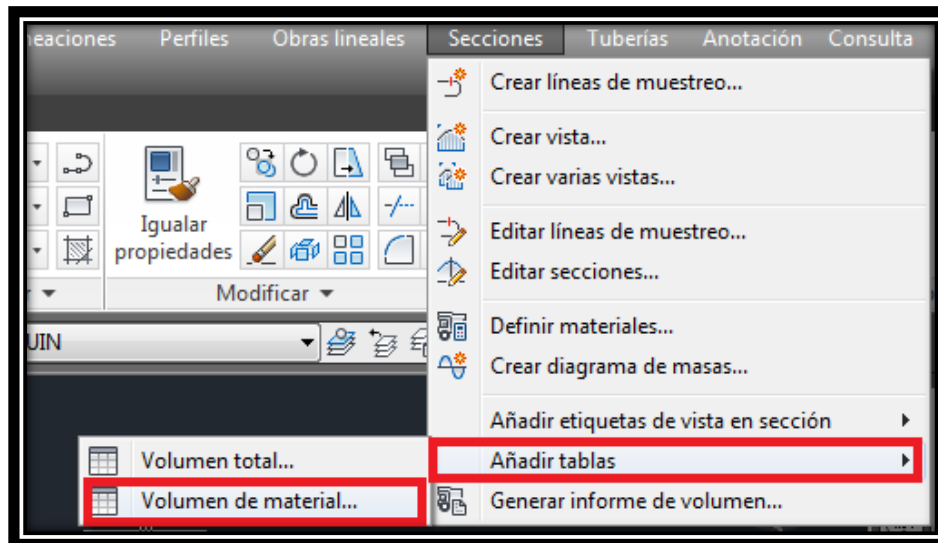


Figura 4.289 Selección de añadir tablas

En la ventana que se nos despliega presionamos **Aceptar**:

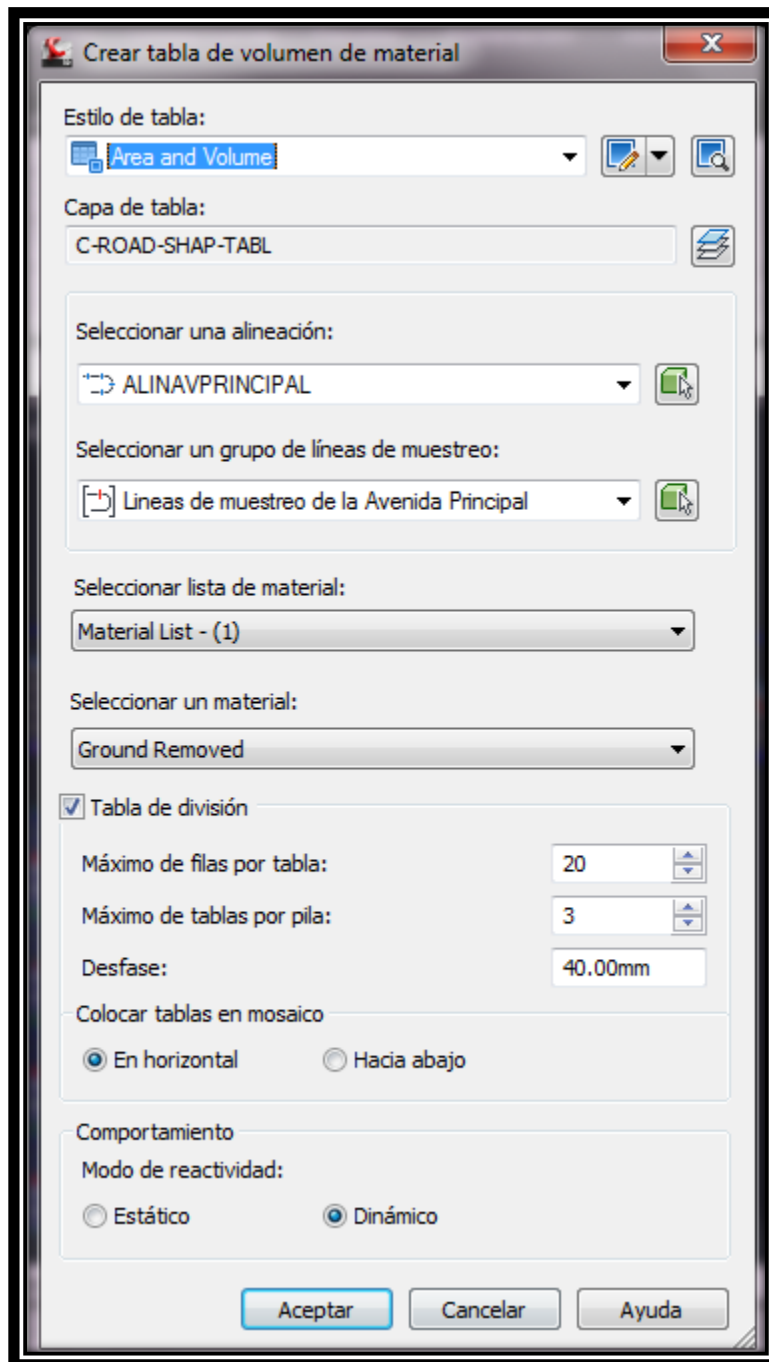


Figura 4.290 Caja de diálogo de crear tabla de volumen de material

Nos solicitará un punto de inserción de tabla damos clic en donde insertaremos dicha tabla:

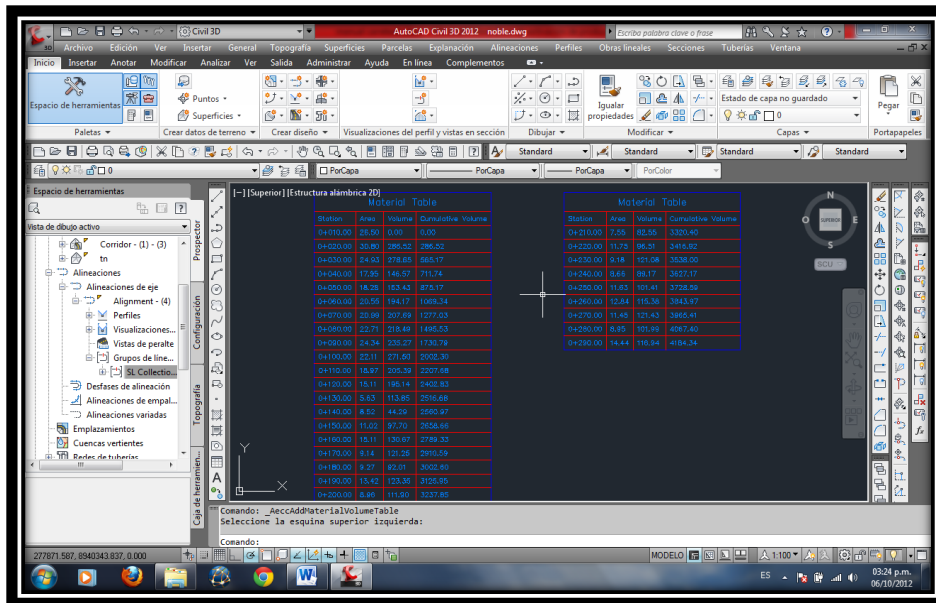


Figura 4.291 Inserción en el área de dibujo de las tablas de volúmenes

Creación de la curva masa

Para crear el diagrama de masas nos dirigimos a secciones y luego seleccionamos la opción **crear diagrama de masas**:

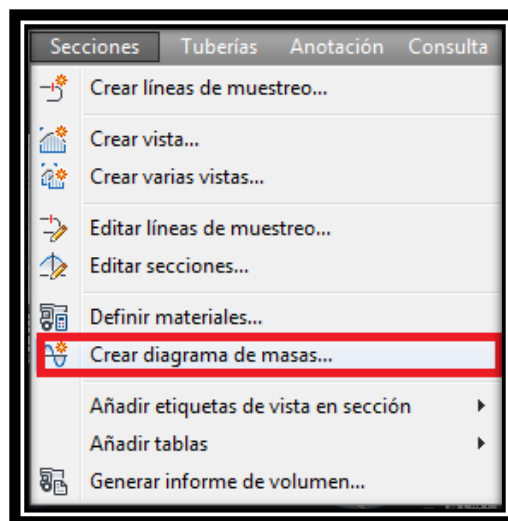


Figura 4.292 Crear diagrama de masas

Al dar clic en **Crear diagrama de masas** nos mostrará la siguiente ventana en donde podemos modificar o damos clic en **Crear diagrama**:

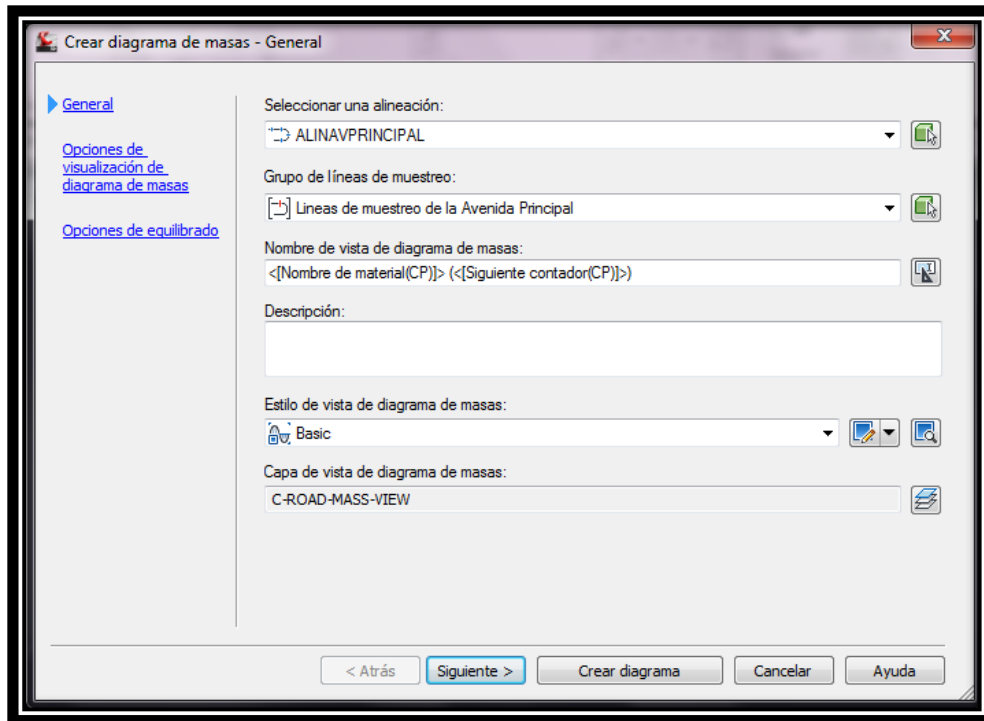


Figura 4.293 Caja de diálogo para crear el diagrama de masas

Damos clic en un punto para insertar el diagrama de masas y nos aparecerá de la siguiente manera:

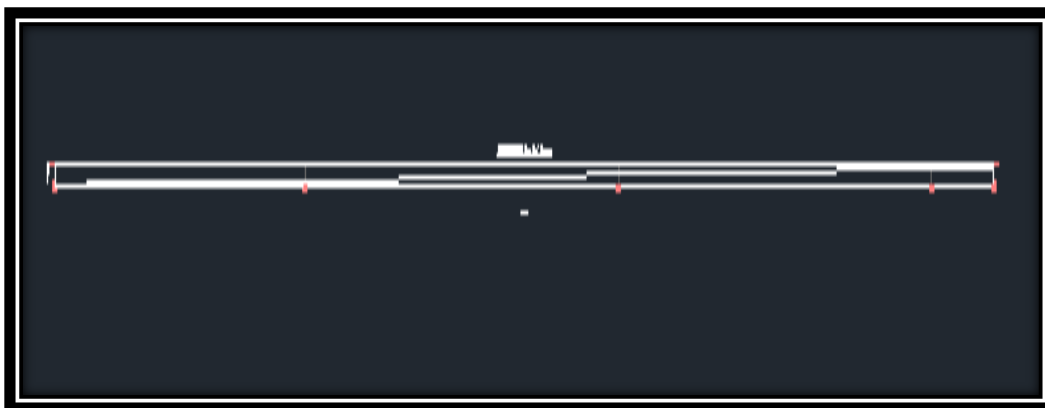


Figura 4.294 Diagrama de masas

Si deseamos modificar la escala vertical damos clic izquierdo sobre la rejilla y damos clic derecho para que nos aparezca el siguiente menú contextual:

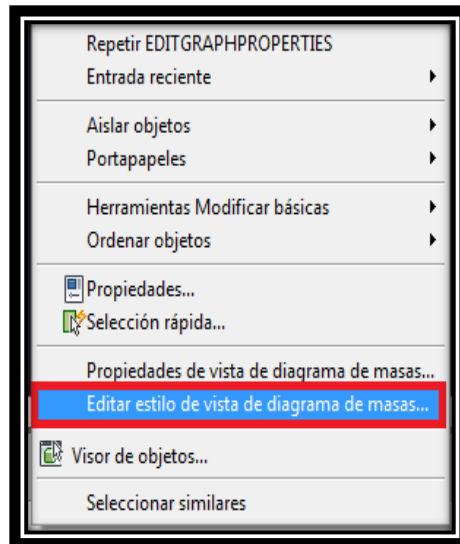


Figura 4.295 Editar estilo de vista de diagrama de masas

Al dar clic izquierdo sobre **Editar estilo de vista de diagrama de masas** nos mostrará la siguiente ventana en donde modificaremos los intervalos verticales y horizontales:

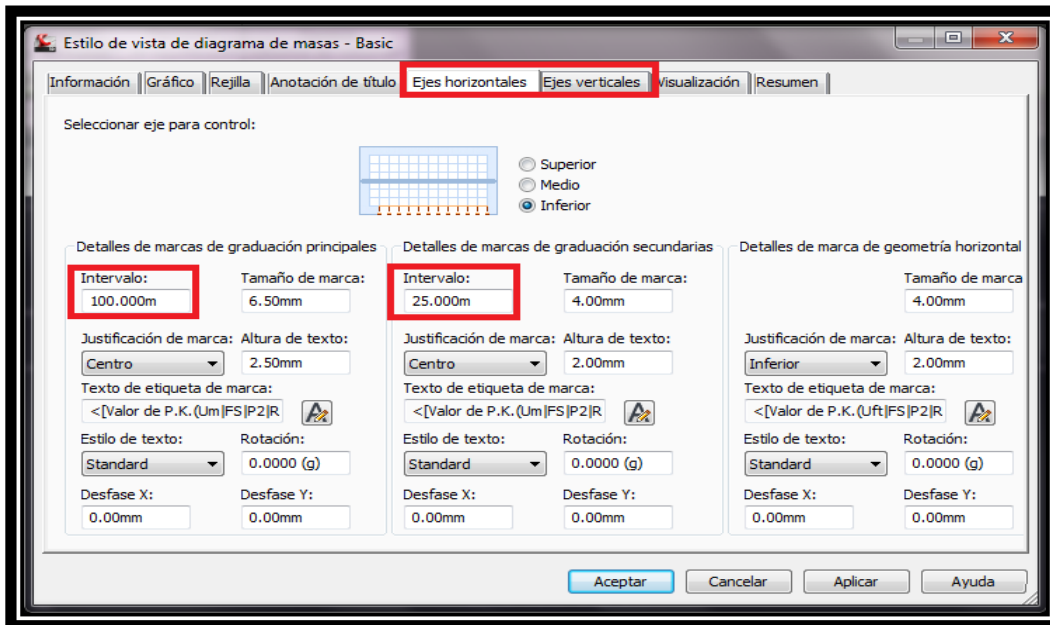


Figura 4.296 Ejes horizontales y verticales del diagrama de masas

Colocaremos los intervalos horizontales a cada 10.00m y los verticales a cada 100.00 se nos mostrará el diagrama de la siguiente forma:

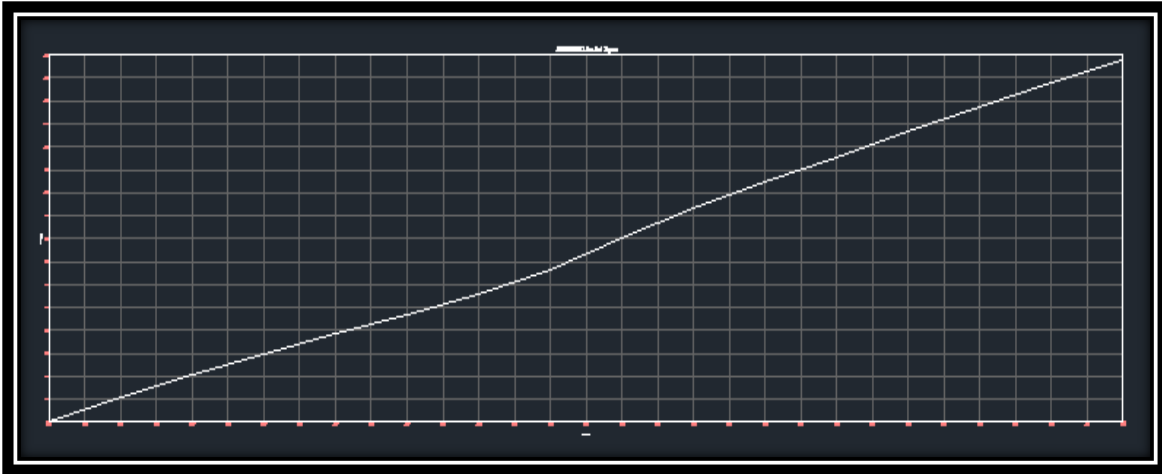


Figura 4.297 Diagrama de masas

Al corredor mencionado le haremos ediciones, le damos clic izquierdo para seleccionarlo y clic derecho para que nos aparezca el siguiente menú contextual y seleccionamos **Propiedades de obra lineal**:

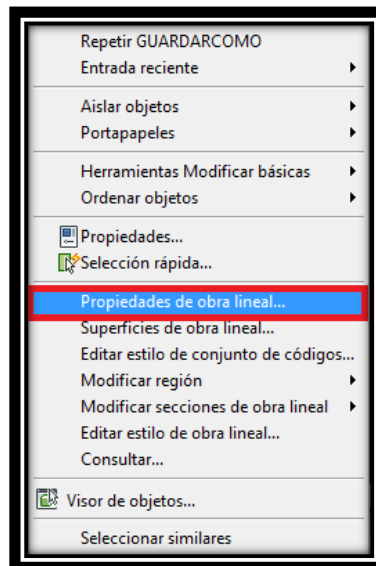


Figura 4.298 Propiedades de Obra Lineal

Al dar clic en **Propiedades de obra lineal** nos desplegará la siguiente ventana en donde elegiremos el P.K. final haciendo clic izquierdo en el ícono señalado:

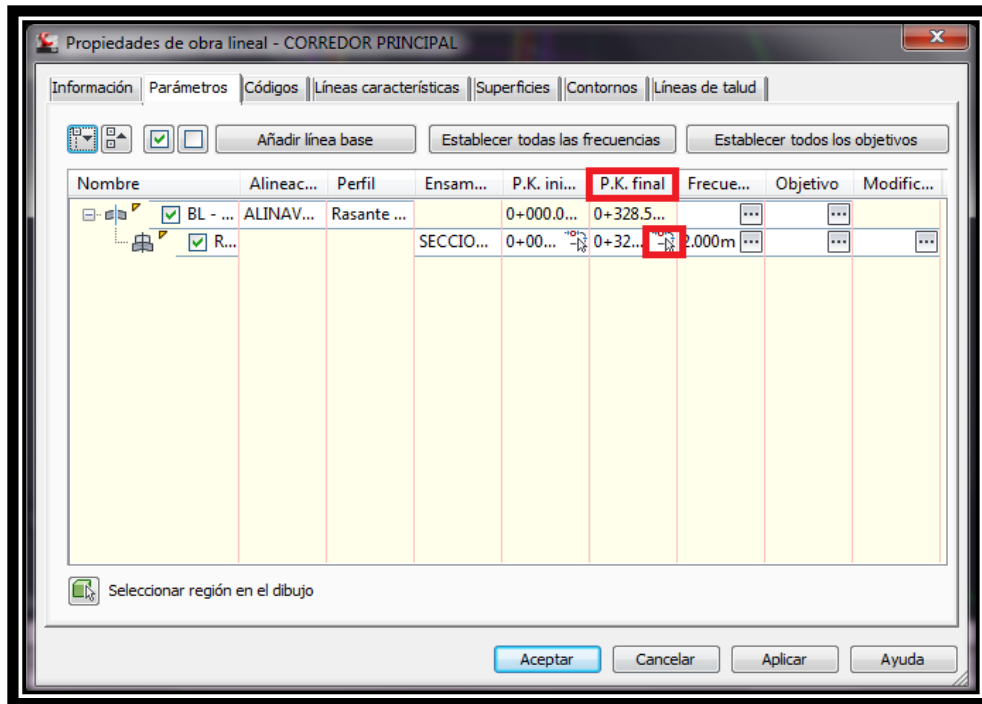


Figura 4.299 Selección del P.K. final

Al seleccionarlo nos mostrará el cursor de la siguiente forma:

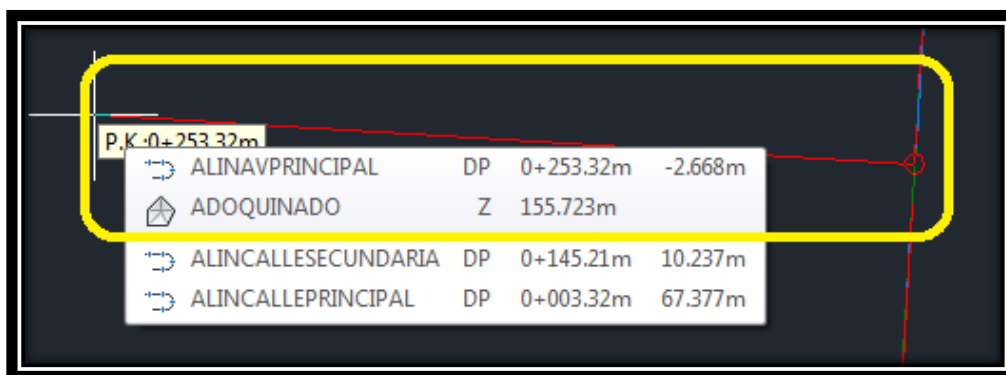


Figura 4.300 Cursor a lo largo de la obra lineal

En la imagen anterior el cursor está esperando que le indiquemos cual será nuestro P.K. final y lo elegiremos en uno de los empalmes que creamos anteriormente como se muestra en la figura:

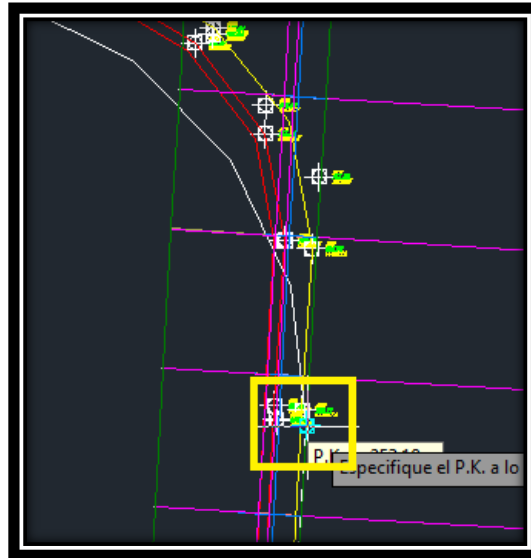


Figura 4.301 Selección de uno de los empalmes

Elegiremos el punto de color cyan que es donde termina uno de los empalmes que hemos creado al elegir nuestro P.K. final se nos desplegará la siguiente ventana:

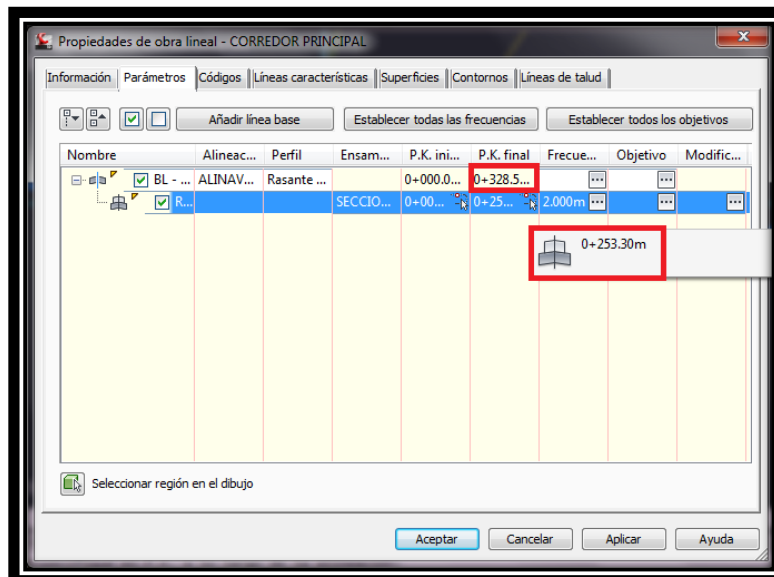


Figura 4.302 Selección de los P.K.

La imagen anterior nos muestra la modificación que hemos hecho ya nuestro P.K. final no es 0+328.50 sino que 0+253.30 damos clic izquierdo en **Aplicar** y **Aceptar** entonces nuestro corredor está ahora de la siguiente manera:

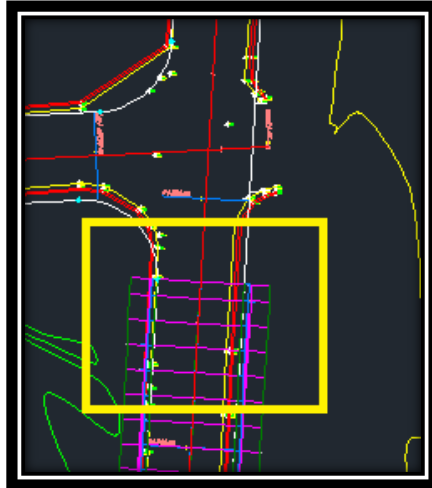


Figura 4.303 Obra lineal limitada

Ahora añadiremos el carril derecho a partir de donde está el corredor modelado hasta este momento, seleccionamos el corredor y hacemos clic derecho y luego nos vamos a **Propiedades de obra lineal** y nos mostrará la siguiente ventana:

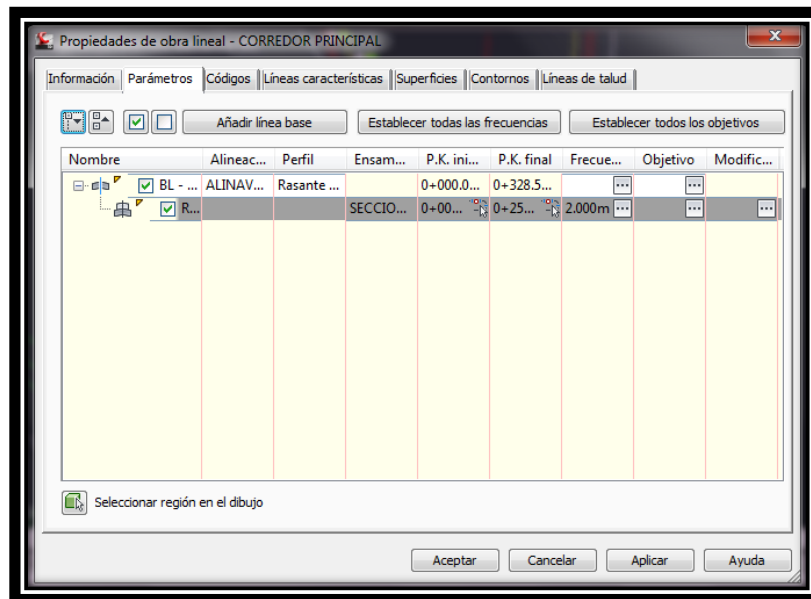


Figura 4.304 Propiedades de obra lineal

Hacemos clic derecho sobre la parte gris y nos aparecerá el siguiente menú contextual y seleccionamos **Insertar región-Después**:

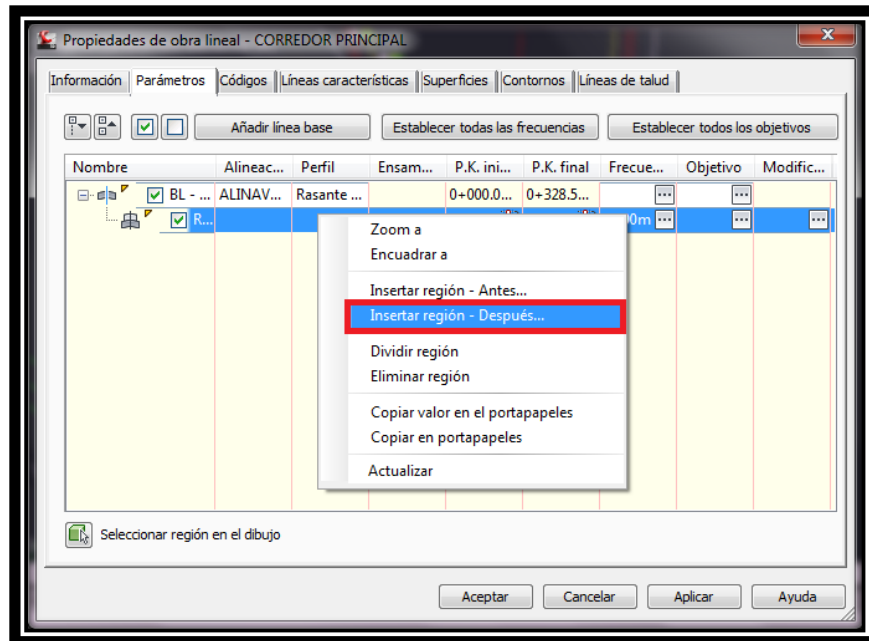


Figura 4.305 Inserta región

Al hacer clic en **Insertar región-Después** nos presentará la siguiente ventana en donde seleccionaremos **“CARRIL DERECHO”**:

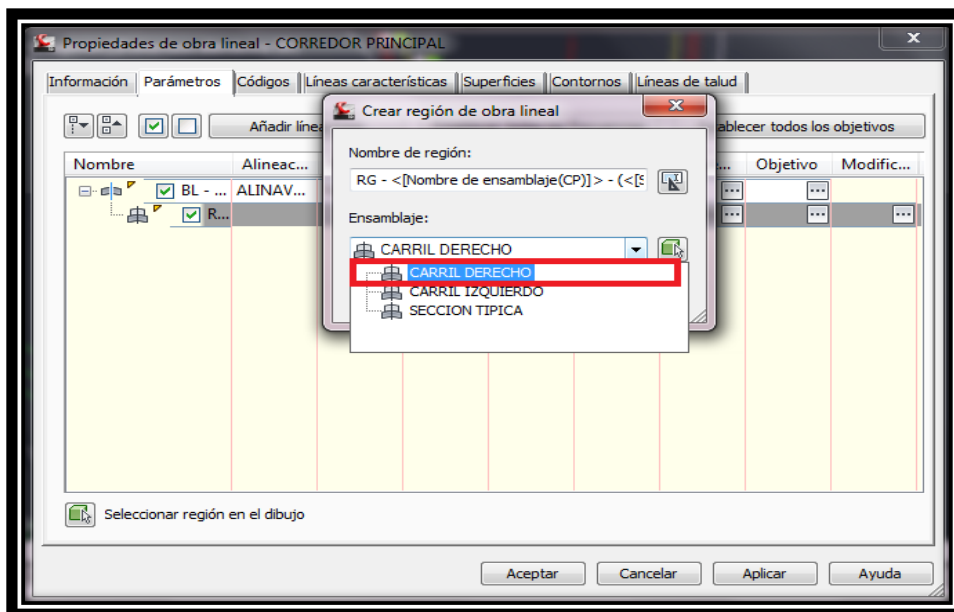


Figura 4.306 Seleccionando carril derecho

Cuando lo seleccionamos nos aparece la siguiente ventana ya con el carril derecho incluido:

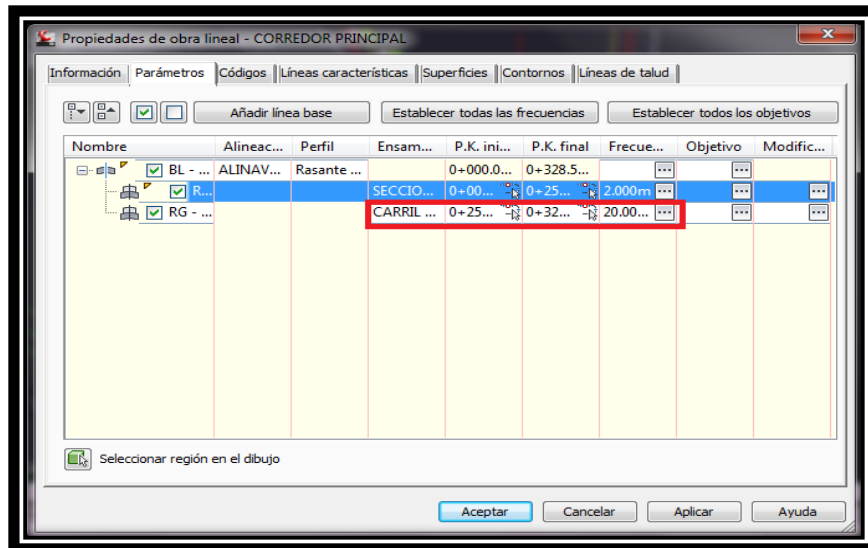


Figura 4.307 Carril Derecho incluido

Y modificaremos el P.K. final del Carril derecho seleccionaremos el siguiente punto de la curva y le diremos que terminé hasta ese punto:

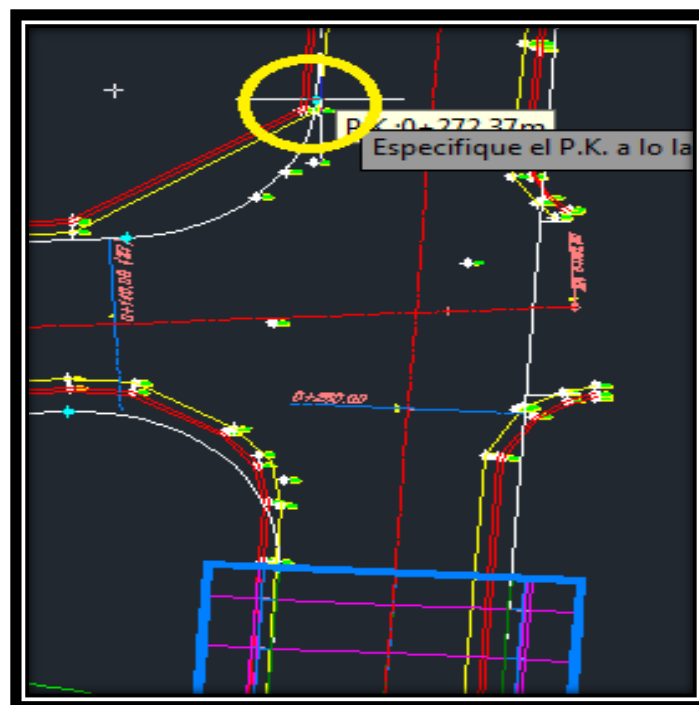


Figura 4.308 Especificando el P.K. final

Nos quedará el corredor de la siguiente forma:



Figura 4.309 Corredor limitado

Aplicaremos los mismos pasos y modelaremos a partir de donde tenemos nuestra sección típica hasta el final de la Avenida Principal y nos quedará de la siguiente manera:

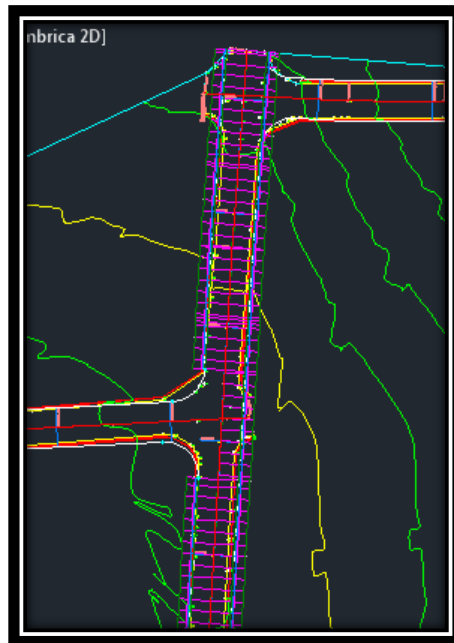


Figura 4.310 Corredor de la Avenida Principal

Ahora seleccionamos el corredor haciendo clic izquierdo sobre él para que nos muestre el menú contextual hacemos click sobre **Propiedades de obra lineal** y nos muestra la siguiente ventana en donde seleccionaremos **Añadir línea base**:

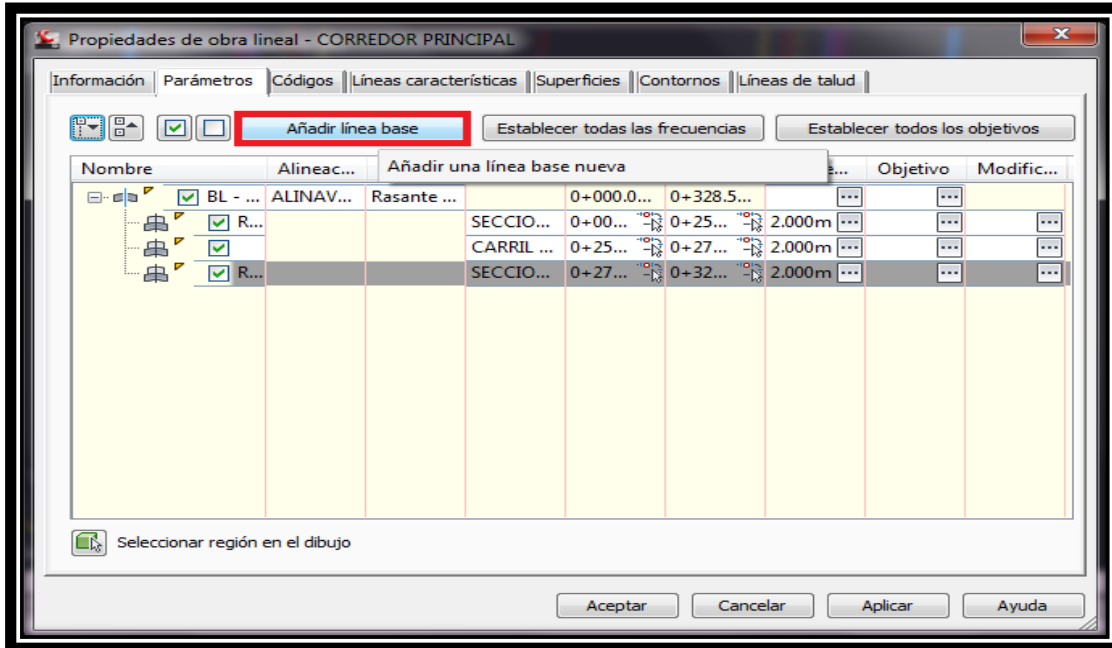


Figura 4.311 Añadir línea base

Al dar clic sobre **Añadir línea base** nos mostrará la siguiente ventana en donde haremos clic sobre **“ALINCALLESECUNDARI”** ya que con esta estamos diseñando la intersección con la Avenida Principal:

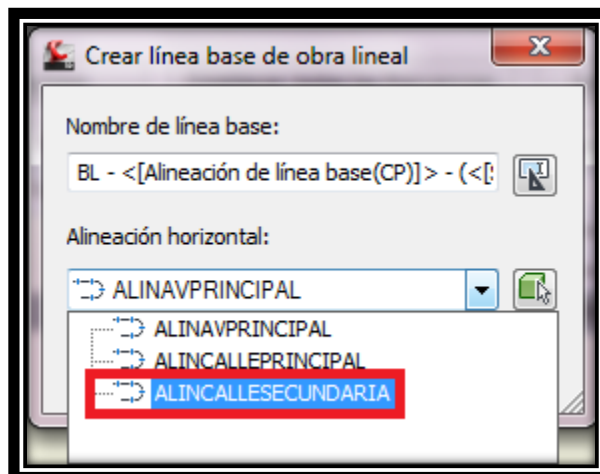


Figura 4.312 Selección de Alineamiento de la Calle Secundaria

Al dar clic ya nos aparece **“ALINCALLESECUNDARIA”** en nuestra ventana principal:

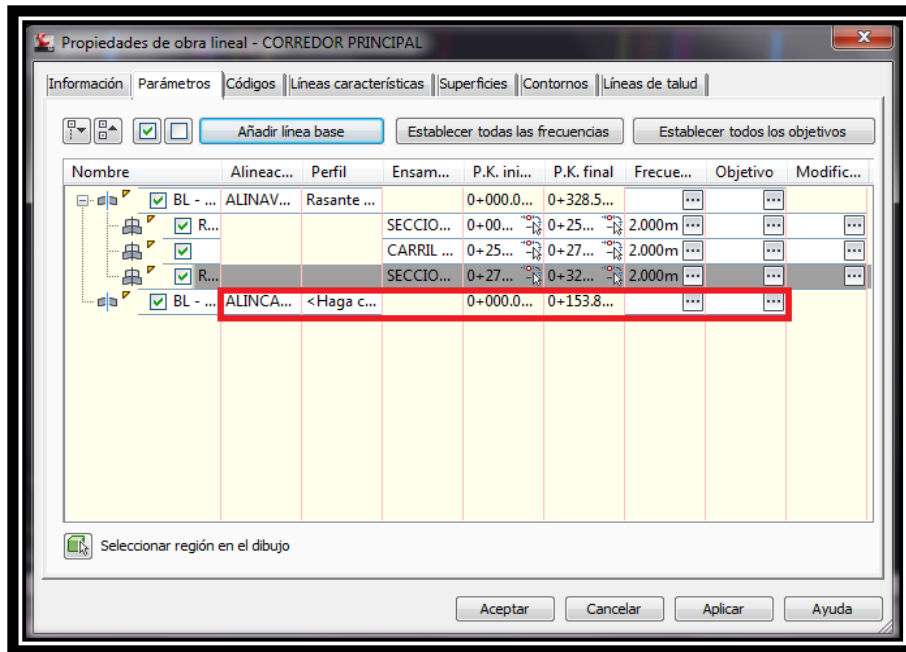


Figura 4.313 Alineamiento de la Calle Secundaria

Tendremos que elegir la rasante haciendo clic bajo la columna que dice **Perfil** al lado derecho de donde dice **“ALINCALLESECUNDARIA”** en donde seleccionaremos **“Rasante de la Calle Secundaria”**:

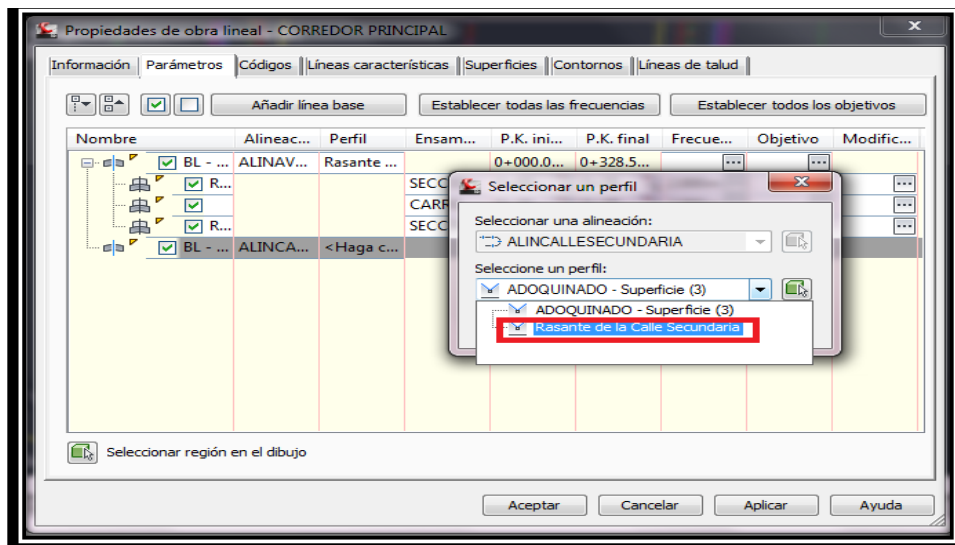


Figura 4.314 Selección de la Rasante de la Calle Secundaria

Al seleccionar **Rasante de la Calle Secundaria** nos aparecerá la ventana principal de la siguiente manera:

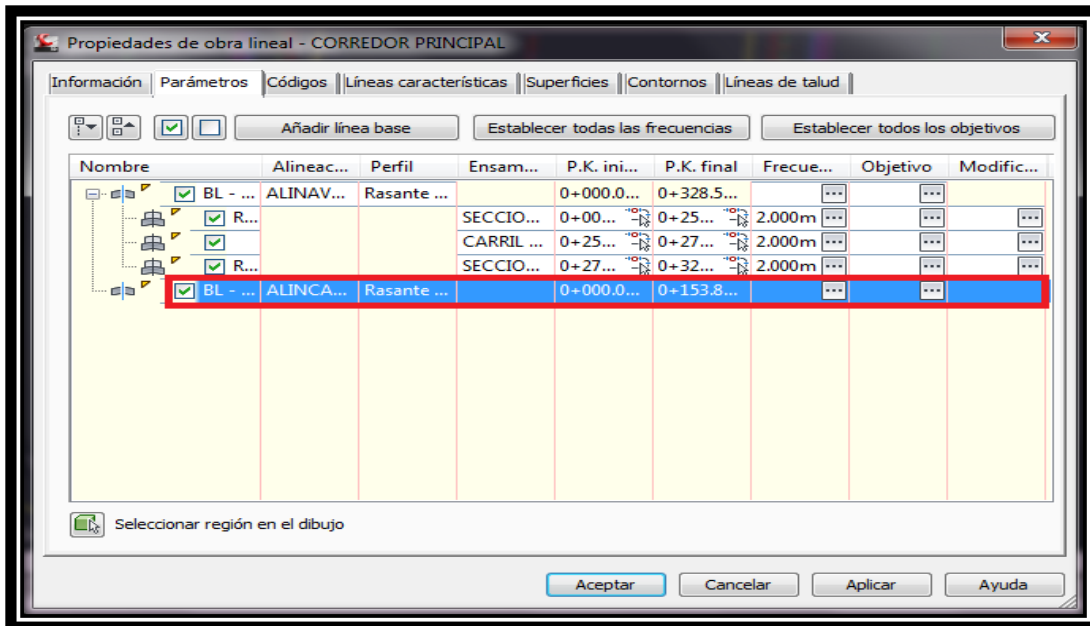


Figura 4.315 Alineamiento de la Calle Secundaria

Daremos clic derecho sobre el fondo azul y nos aparecerá el siguiente menú contextual en donde seleccionaremos **Añadir región**:

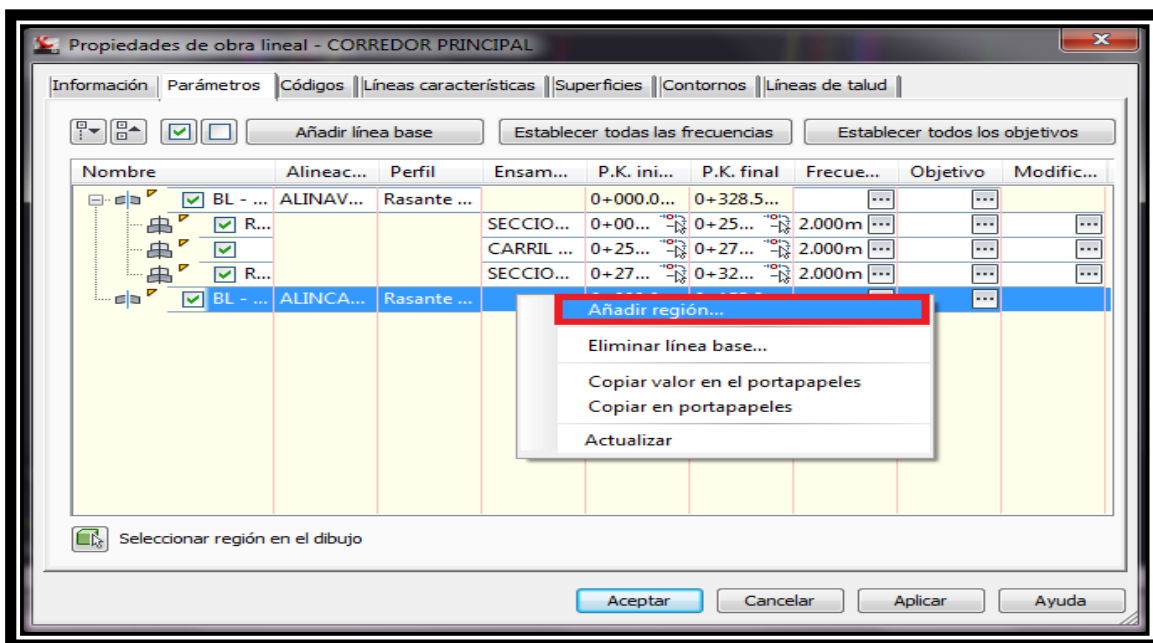


Figura 4.316 Selección de Añadir región

Al seleccionar **Añadir región** nos aparecerá la siguiente ventana en donde seleccionaremos **“SECCION TIPICA”**:

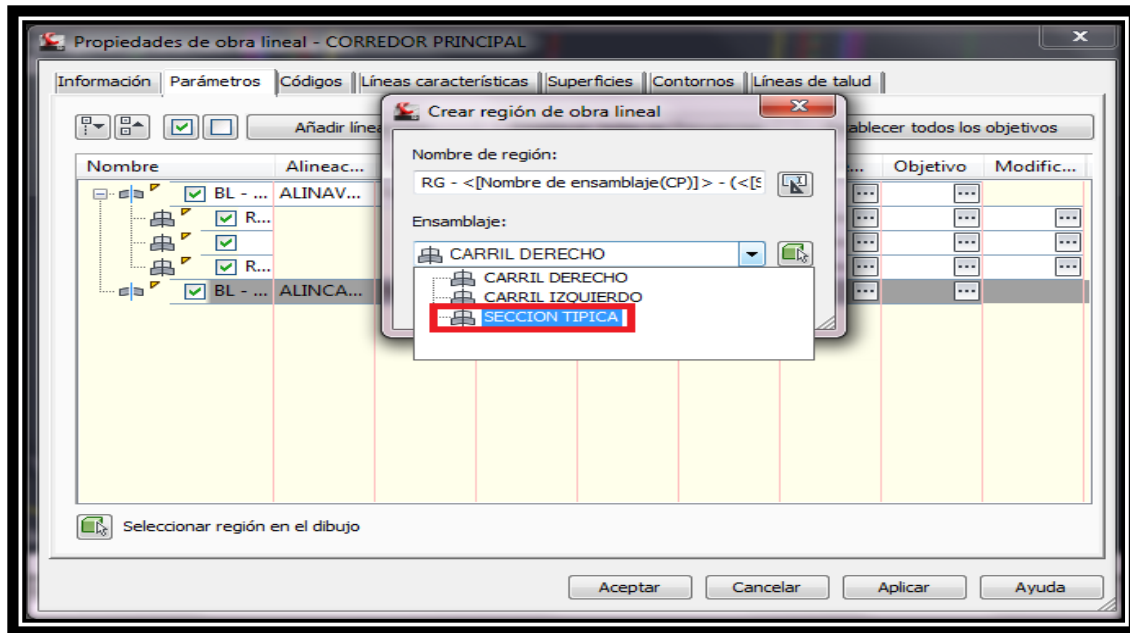


Figura 4.317 Selección de Sección Típica

Ahora daremos clic izquierdo sobre el signo (+) indicado:

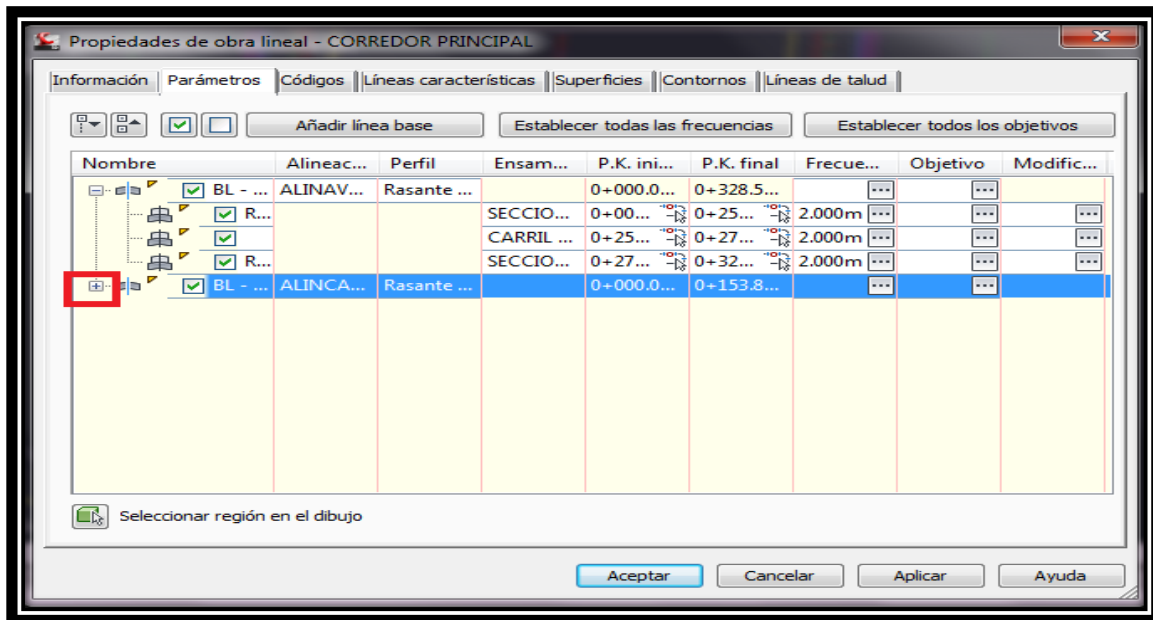


Figura 4.318 Clic en signo (+) indicado

Al hacer clic izquierdo sobre el signo (+) señalado nos aparecerá la región que acabamos de indicar en la ventana principal:

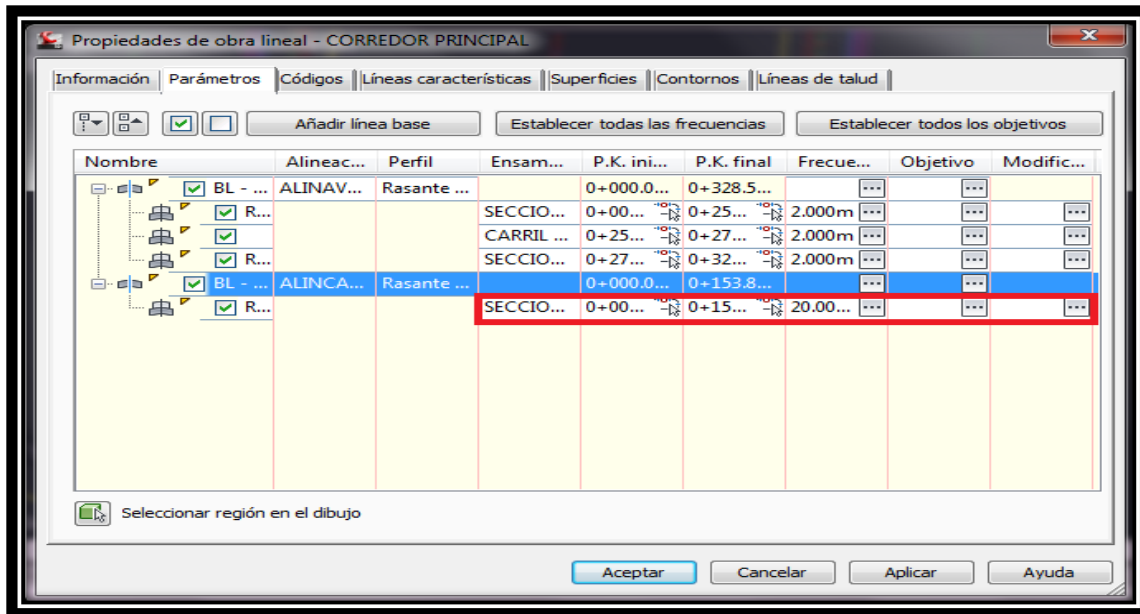


Figura 4.319 Región en el cuadro de diálogo de propiedades de obra lineal

Damos clic izquierdo en **Aplicar** y **Aceptar** y nuestro corredor de la Calle Secundaria quedará modelado de la siguiente manera:

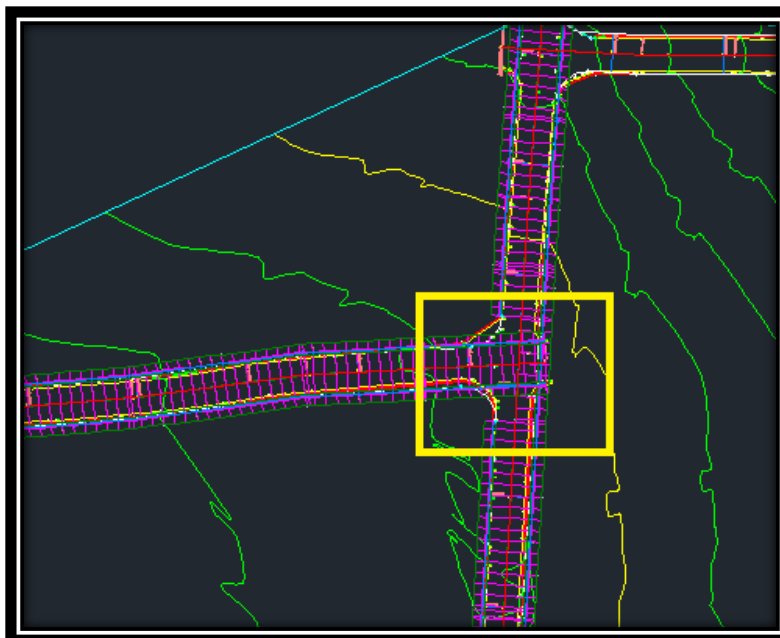


Figura 4.320 Corredor de la Calle Secundaria

Se puede observar en la imagen anterior que el corredor de la Calle Secundaria ha quedado pasado y no es en esas condiciones que lo necesitamos entonces lo modificamos con los pasos mencionados para que termine en un P.K. indicado:

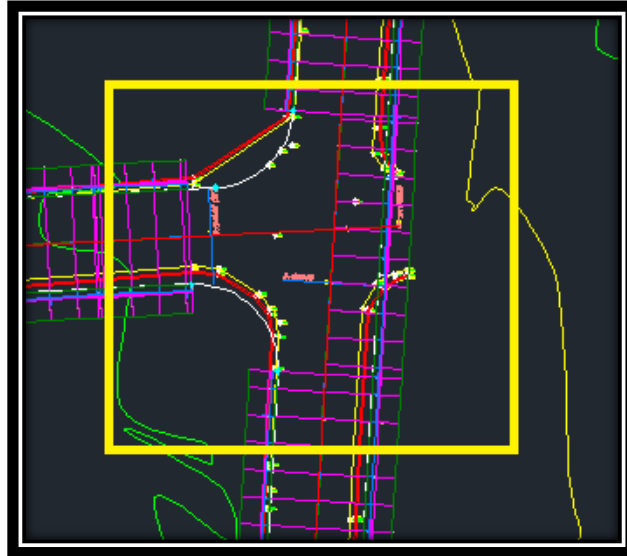


Figura 4.321 Limitando la obra lineal de la Calle Secundaria

Comenzaremos a diseñar la intersección lo que es el giro a la derecha y el giro a la izquierda y el primer paso es crear una superficie, seleccionamos el corredor haciendo clic izquierdo sobre él y después clic derecho para que nos presente el siguiente menú contextual en donde seleccionaremos **Superficies de obra lineal**:

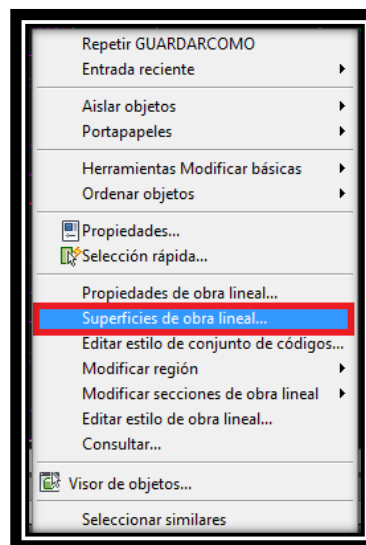


Figura 4.322 Seleccionando superficie de obra lineal

Al hacer clic en **Superficies de obra lineal** nos desplegará la siguiente ventana en donde haremos clic izquierdo en **Crear una superficie de obra lineal**:

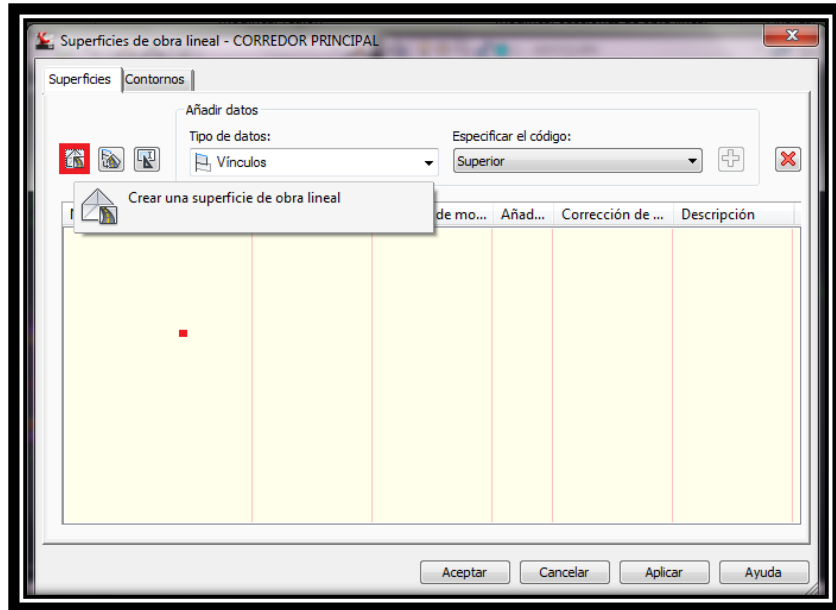


Figura 4.323 Crear superficie de obra lineal

Al hacer clic en **Crear una superficie de obra lineal** se nos mostrará la siguiente ventana:

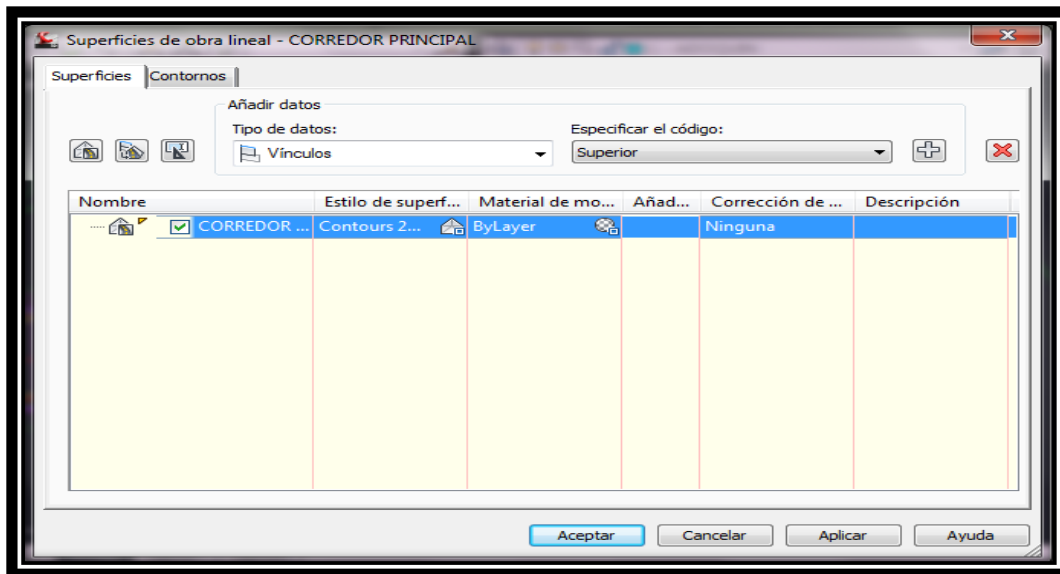


Figura 4.324 Clic en Corredor

Después hacemos clic en el signo +

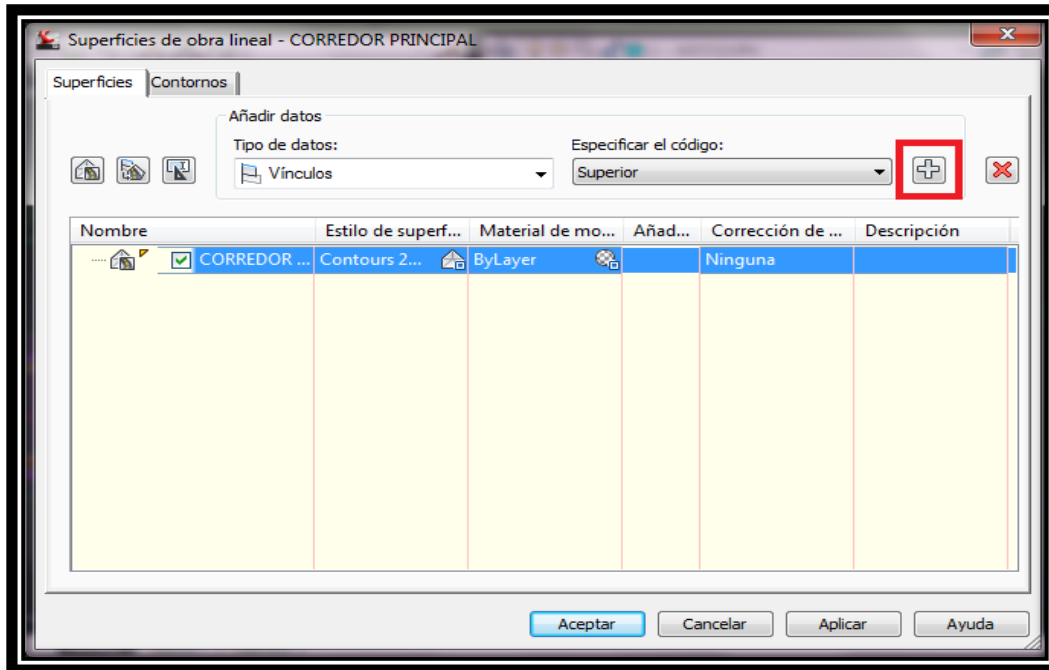


Figura 4.325 Clic en el signo (+)

Se nos presentará la ventana principal de la siguiente manera:

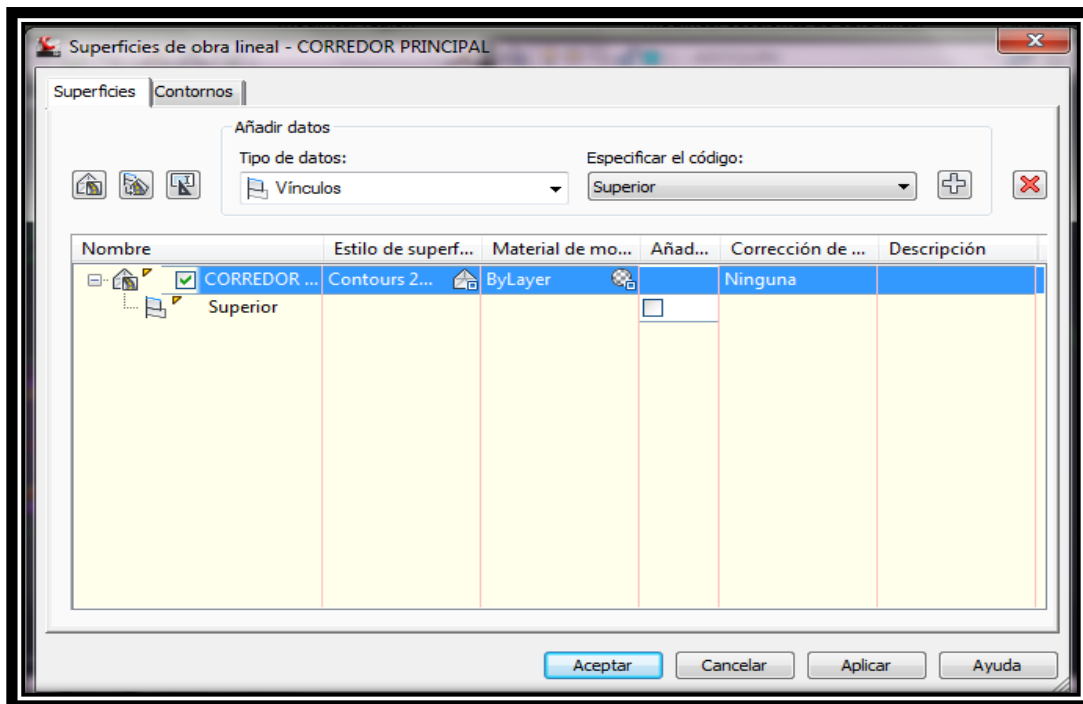


Figura 4.326 Posicionamos en Corredor

Ahora hacemos clic izquierdo en **Ninguna** y escogemos **Vínculos superiores**:

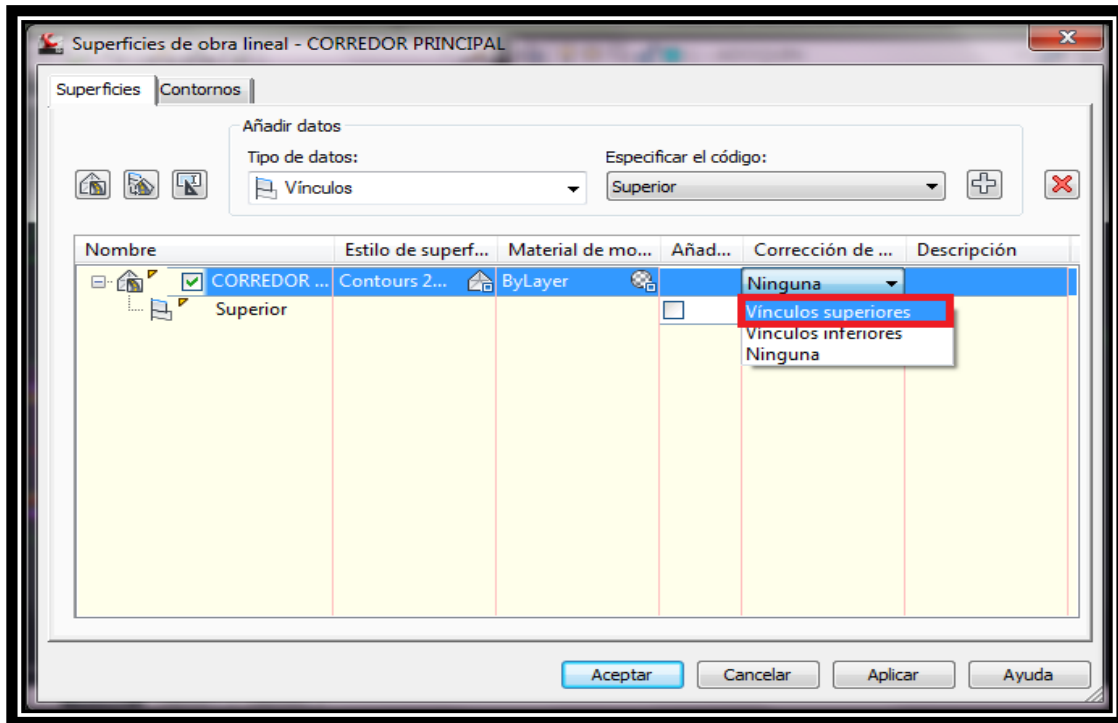


Figura 4.327 Seleccionando Vínculos Superiores

Una vez seleccionados **Vínculos superiores** lo añadimos haciendo clic en:

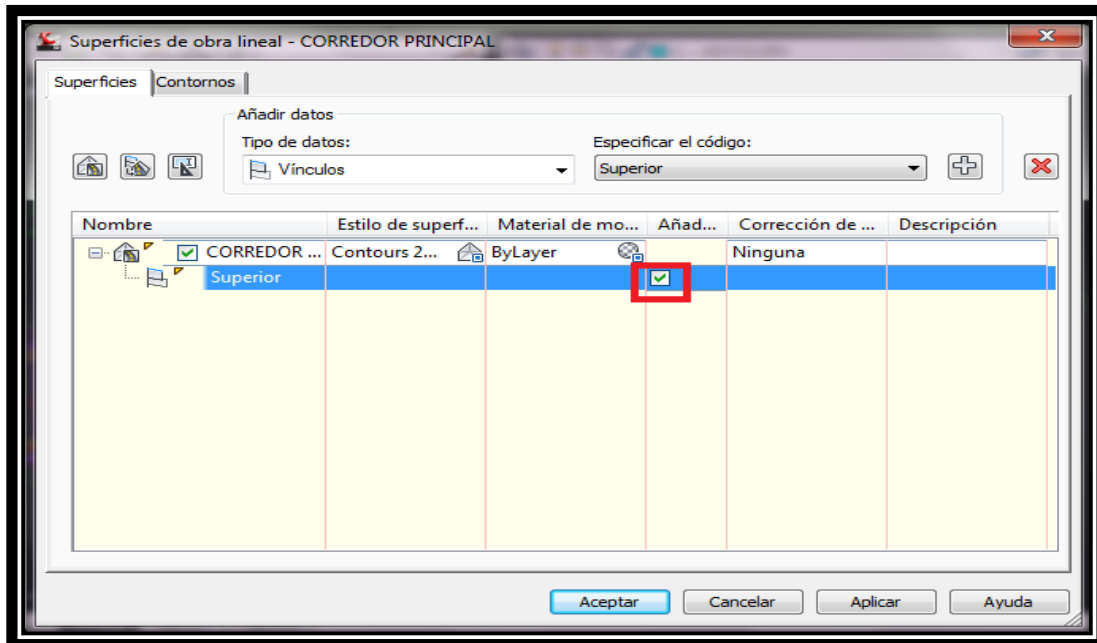


Figura 4.328 Añadiendo Vínculos Superiores

Ahora damos clic izquierdo en **Contornos** y nos mostrará la siguiente ventana:

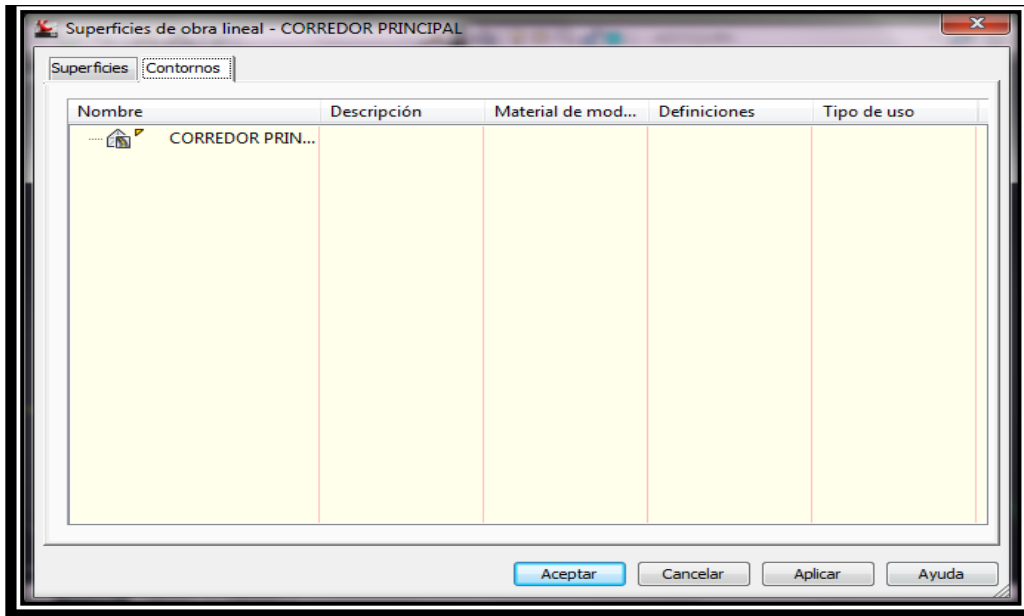


Figura 4.329 Corredor Principal

Daremos clic derecho donde dice **CORREDOR PRINCIPAL** y nos mostrará el siguiente menú contextual donde seleccionaremos **Extensión de obra lineal como contorno exterior** y damos clic izquierdo en **Aplicar** y **Aceptar**:

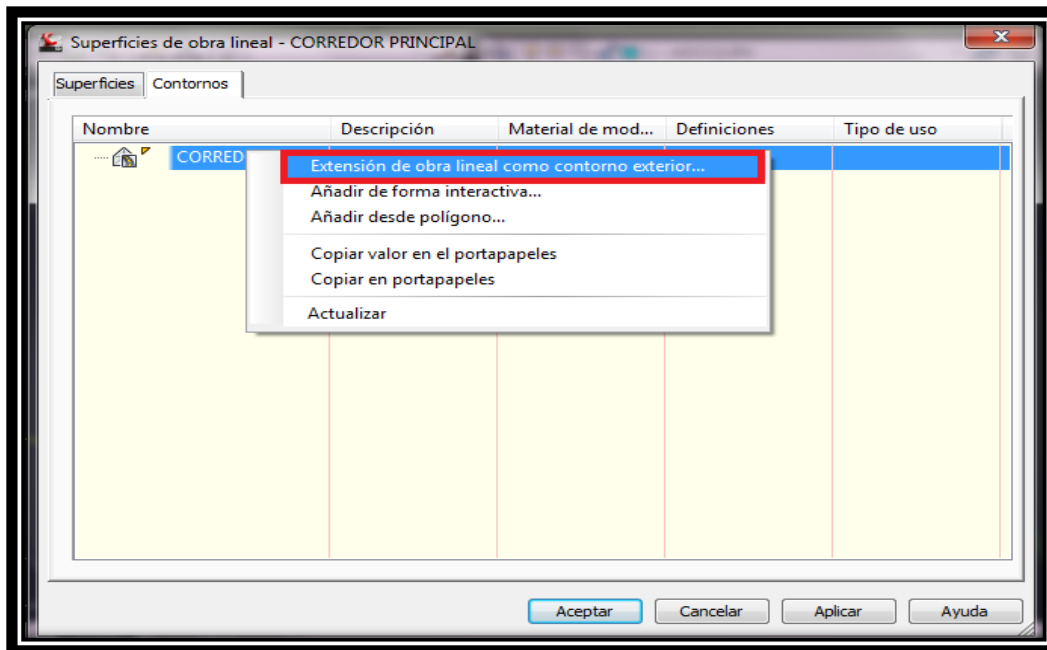


Figura 4.330 Selección de Extensión de Obra Lineal

Ahora damos clic izquierdo sobre el signo (+) de **Superficies** y veremos que nos aparece la superficie que recién hemos creado:

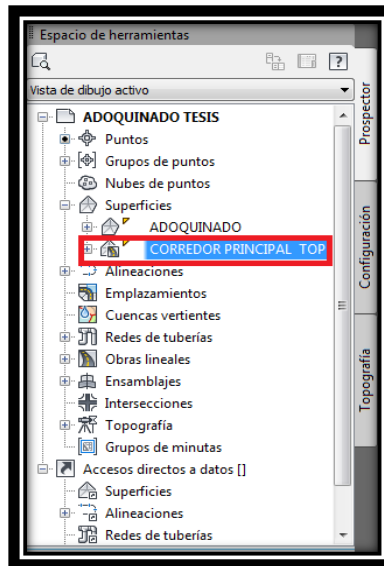


Figura 4.331 Aparición de Corredor Principal

Damos clic derecho sobre la superficie recién creada y nos mostrará el siguiente menú contextual en donde seleccionaremos **Propiedades de superficie**:

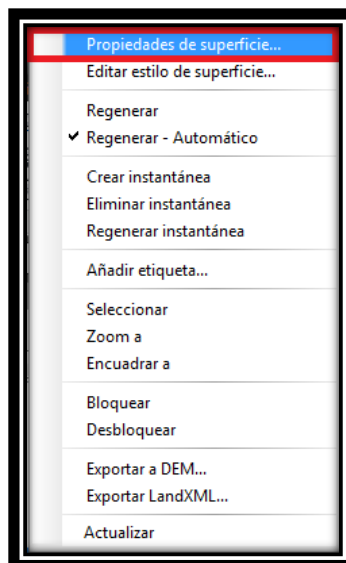


Figura 4.332 Propiedades de superficie

Al dar clic en **Propiedades de superficie** nos desplegará la siguiente ventana en donde elegiremos **Contornos y Triángulos** damos clic izquierdo en **Aplicar** y **Aceptar**:

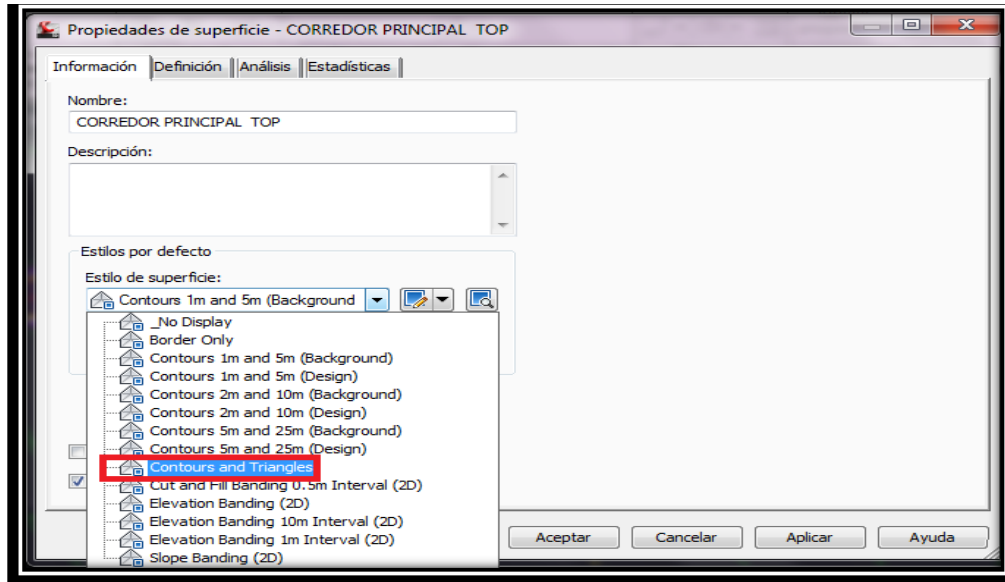


Figura 4.333 Contornos y Triángulos

Al dar clic en **Aplicar** y **Aceptar** la superficie se nos mostrará de la siguiente forma en nuestro dibujo:



Figura 4.334 Superficie en la obra lineal

Luego hacemos clic izquierdo para seleccionar el corredor y después clic derecho para que nos muestre el siguiente menú contextual en donde daremos clic izquierdo sobre **Propiedades de obra lineal**:

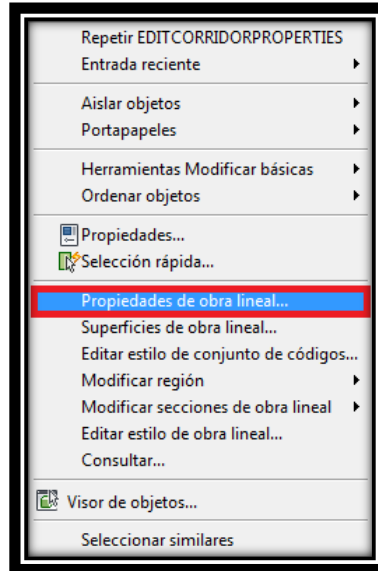


Figura 4.335 Propiedades de Obra Lineal

Al seleccionar **Propiedades de obra lineal** nos mostrará la siguiente ventana en donde daremos clic izquierdo en **Contornos**:

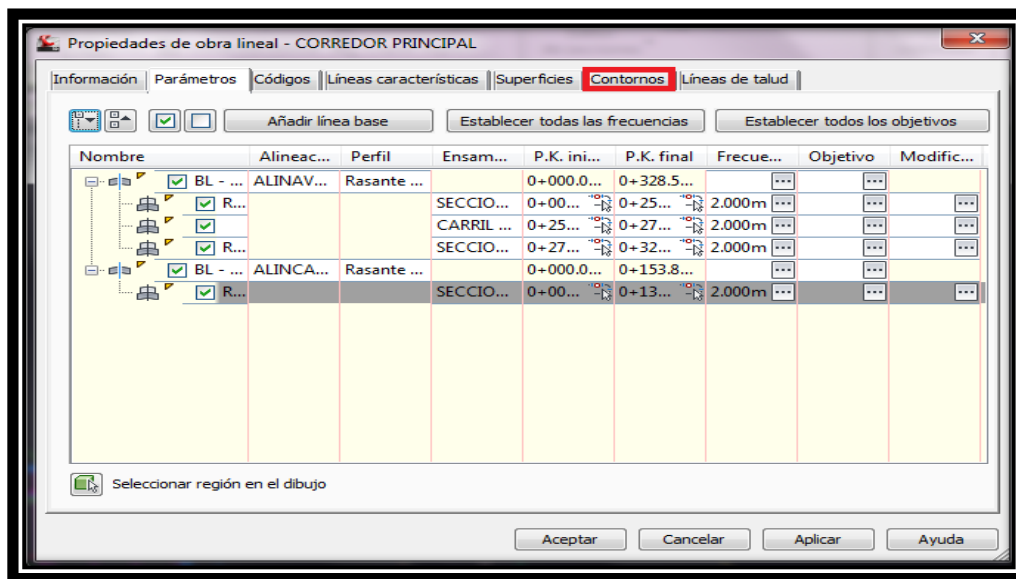


Figura 4.336 Contornos

Al dar clic izquierdo en **Contornos** nos muestra la siguiente ventana en donde daremos clic derecho sobre **Contorno de** y seleccionaremos **Eliminar contorno**:

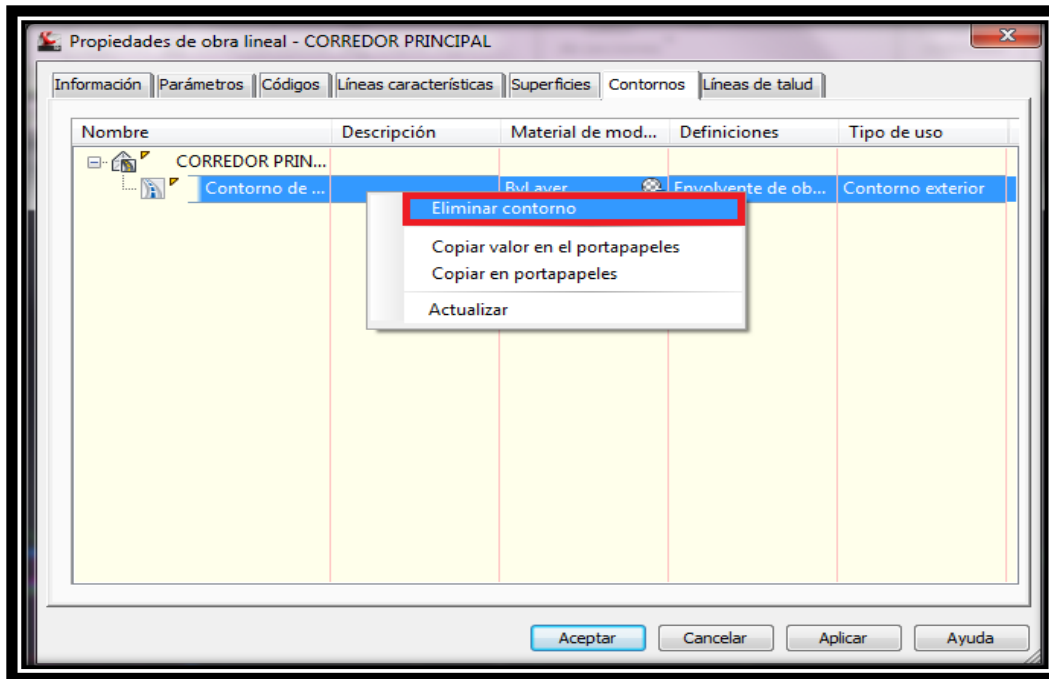


Figura 4.337 Eliminación de Contorno

Al dar clic en **Aplicar** y **Aceptar** en la ventana anterior nuestra superficie se mostrará de la siguiente forma:

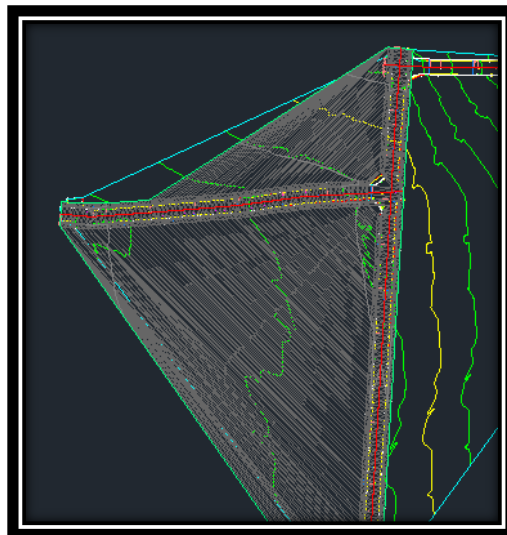


Figura 4.338 Superficie completa

Ahora seleccionaremos la superficie con el fin de conocer algunas elevaciones de puntos de interés de la siguiente manera, seleccionamos la superficie y damos clic izquierdo en **Añadir etiquetas** y luego seleccionamos **Elevaciones de puntos**:

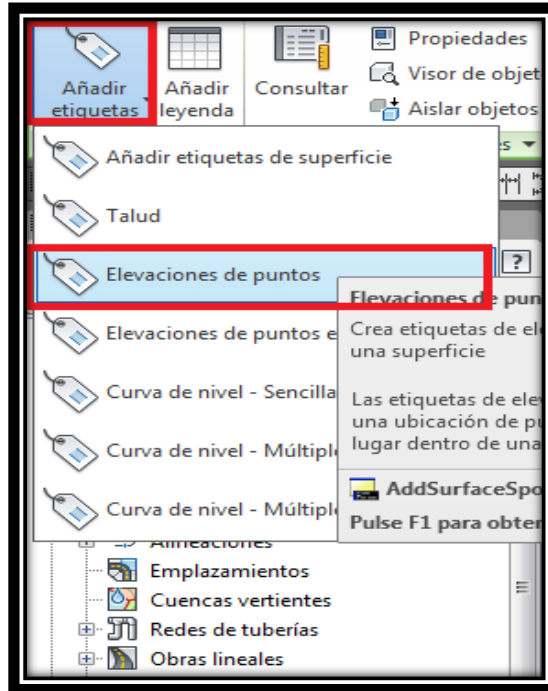


Figura 4.339 Elevaciones de puntos

Al dar clic izquierdo sobre **Elevaciones de puntos** la barra de comandos no muestra el siguiente mensaje:

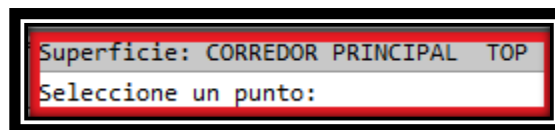


Figura 4.340 Seleccionar un punto

Posteriormente seleccionaremos los puntos de inicio y fin de los empalmes que hicimos en los desfases como también el PI y nuestro dibujo se nos presentará de la forma siguiente:

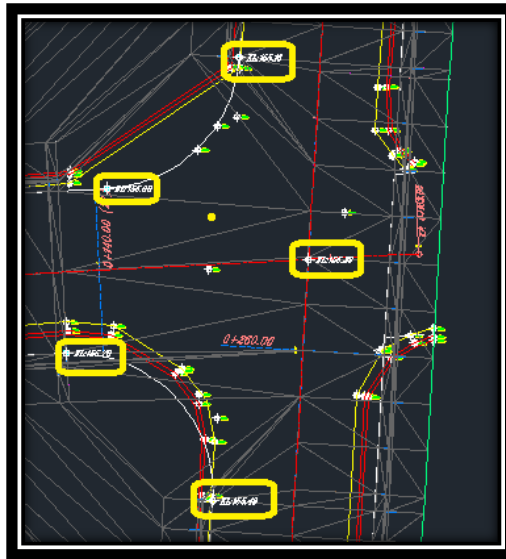


Figura 4.341 Puntos de elevación a empalmar

En la figura anterior las elevaciones de puntos de interés como lo son los inicios y fin de cada uno de los empalmes de radio 6.00m que hicimos con los desfases como también el PI mostrado, ahora se procede a apagar la superficie de la siguiente forma, daremos clic derecho sobre **CORREDOR PRINCIPAL TOP** y se nos desplegará la ventana que se muestra a continuación en donde seleccionaremos **No Display**:

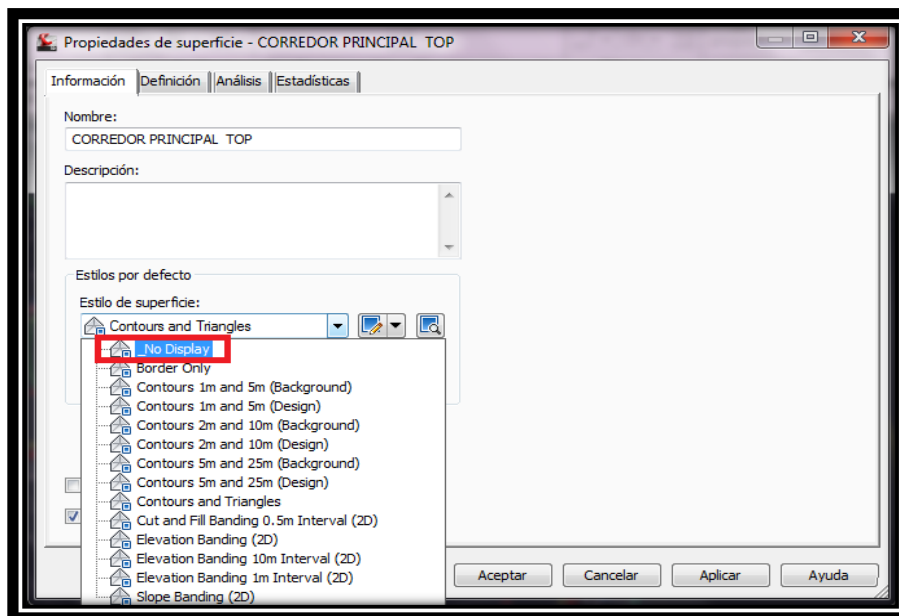


Figura 4.342 No Display

Al seleccionar **No Display** nuestro dibujo quedará de la siguiente forma:

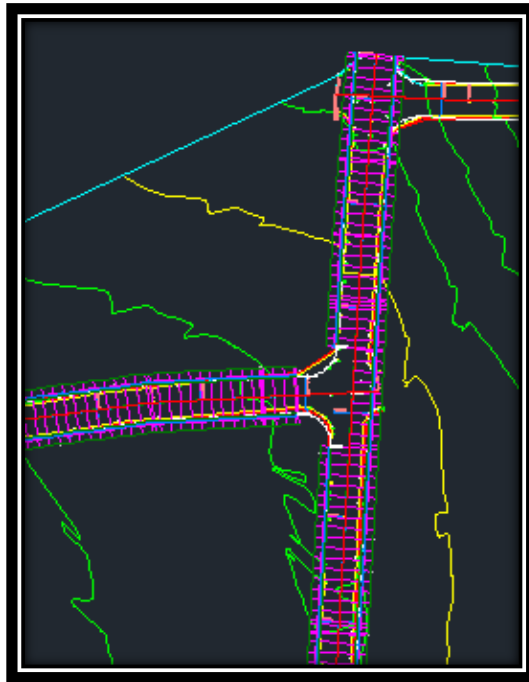


Figura 4.343 Se nos elimina la superficie de las obras lineales

Ahora de los empalmes creados haremos los perfiles y rasantes de los mismos, lo haremos primero para el giro a la derecha:

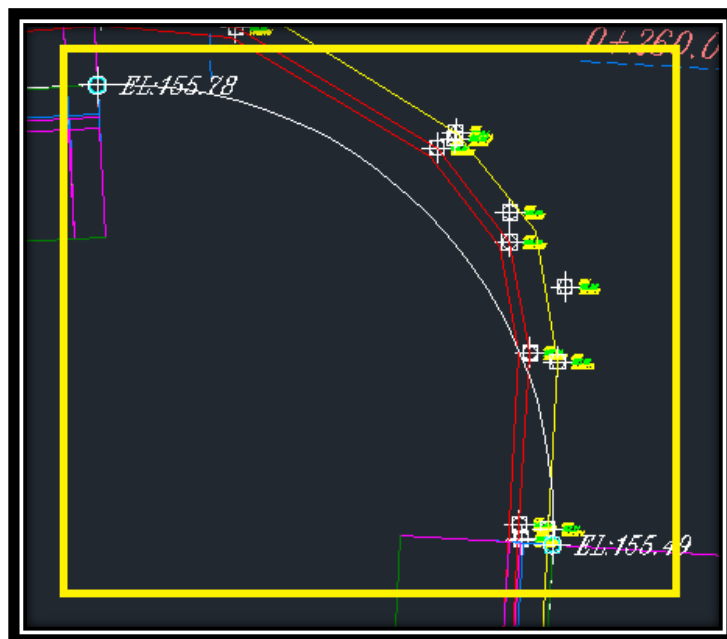


Figura 4.344 Elevaciones del giro a la derecha

Nos vamos al menú **Alineaciones** y damos clic izquierdo en **Crear a partir de polilínea**:

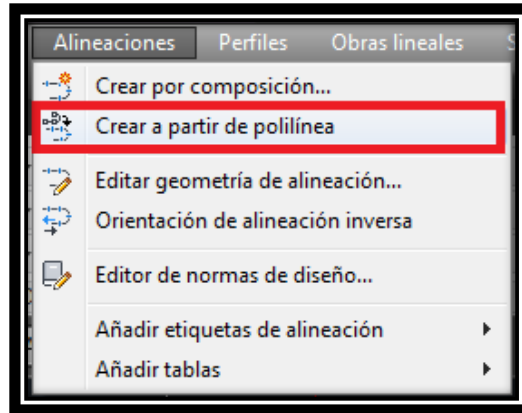


Figura 4.345 Alineamiento a partir de poli línea

Al hacer clic en **Crear a partir de polilínea** la barra de comandos nos muestra el siguiente mensaje:

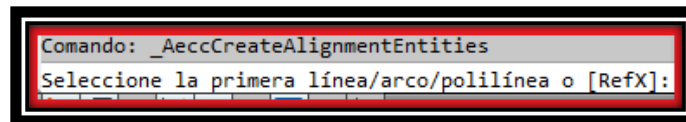


Figura 4.346 Seleccionar la primera línea

Seleccionamos el empalme hacia la derecha y damos **Enter**:

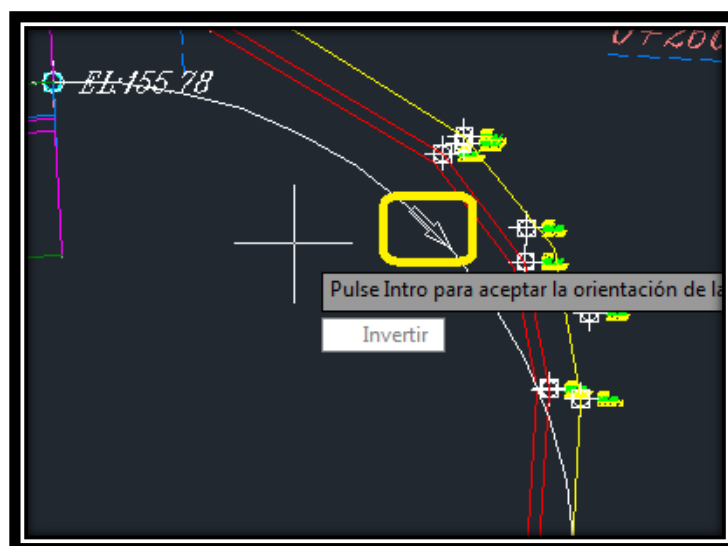


Figura 4.347 Dirección del alineamiento en el giro

En la imagen anterior se muestra en el recuadro amarillo que se nos está indicando en qué sentido irá el alineamiento el cual está siendo direccionado correctamente y damos **Enter** nuevamente y se nos mostrará la ventana siguiente en donde designaremos un nombre a nuestro alineamiento que le designaremos **GIRO DERECHO** como también elegiremos el Tipo el cual será de **Intersección y** deshabilitaremos **Añadir Curvas entre tangentes**:

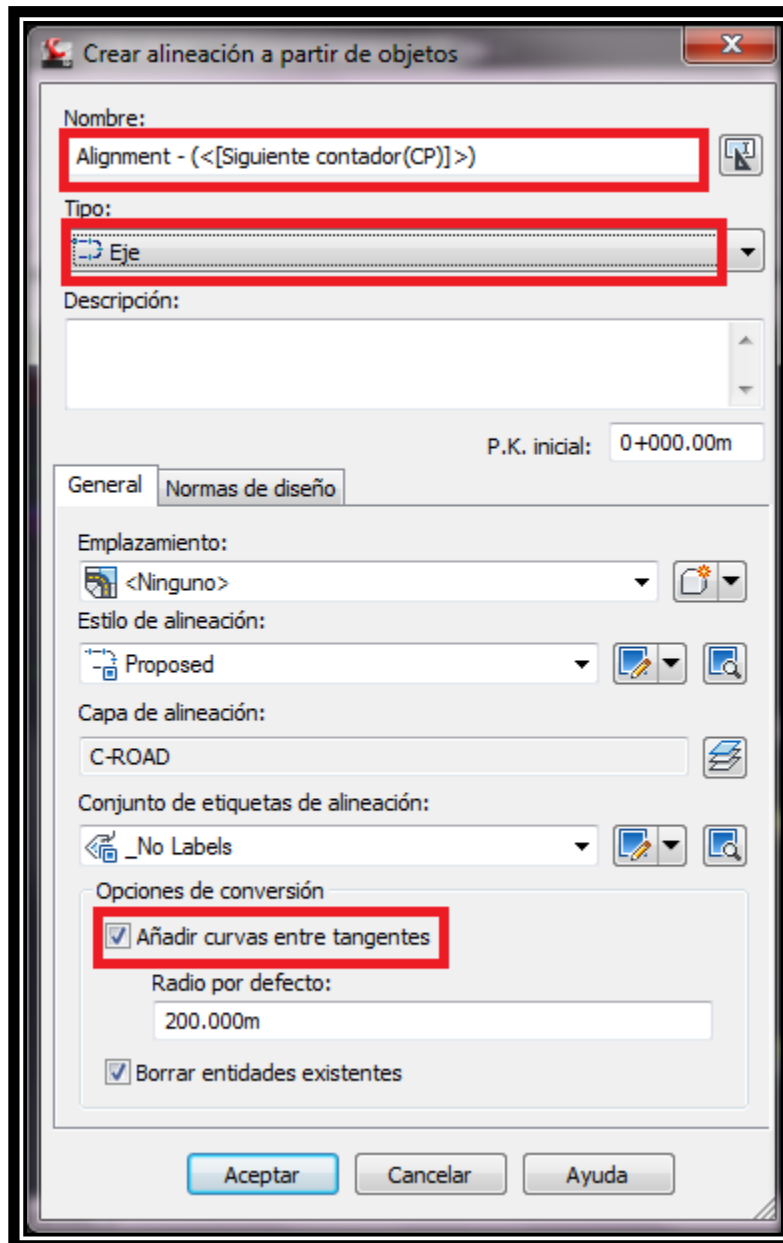


Figura 4.348 Crear alineación a partir de objetos

Una vez modificados los parámetros anteriores nos quedará la información en la ventana presentada de la siguiente forma:

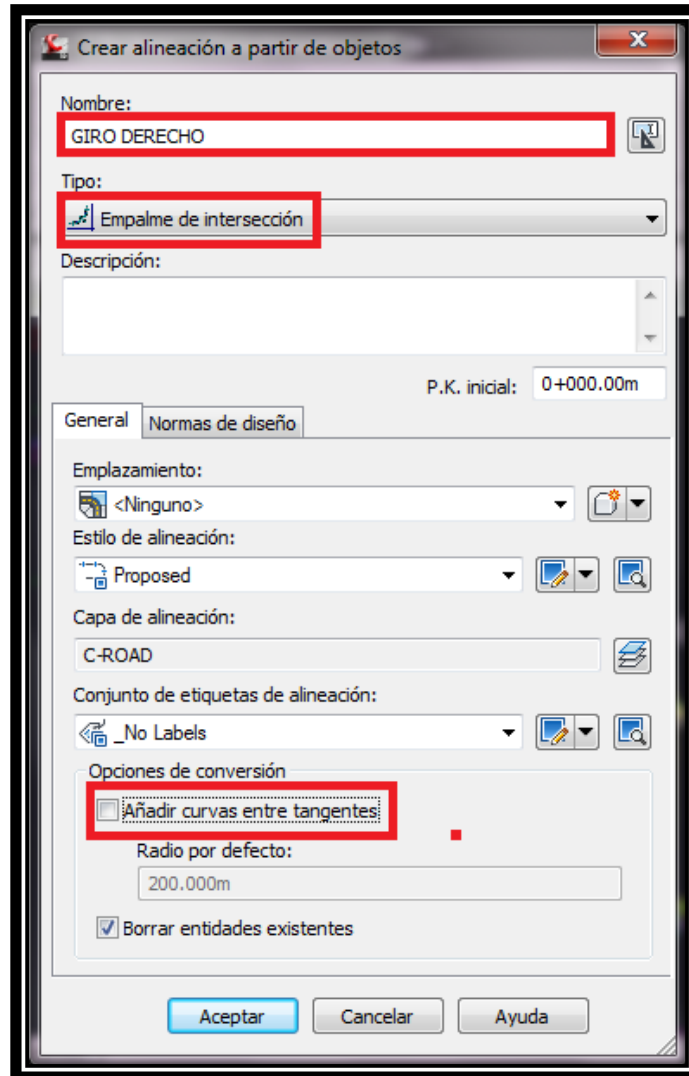


Figura 4.349 Asignación del nombre del alineamiento

Una vez designado el nombre de nuestro alineamiento “**GIRO DERECHO**”, seleccionado el Tipo **Empalme de intersección** y deshabilitado **Añadir curvas entre tangentes** damos clic izquierdo en **Aceptar** y nos aparecerá en el dibujo de la siguiente manera:

Y se nos muestran las etiquetas en el alineamiento como lo muestra la figura siguiente:

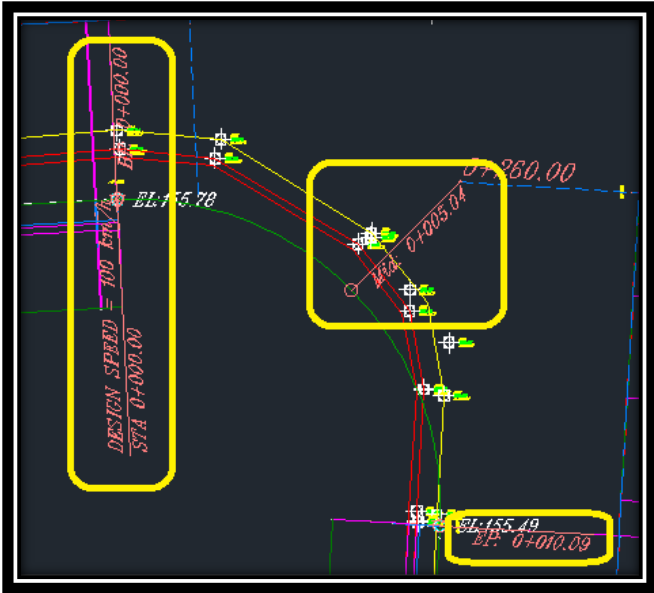


Figura 4.350 Etiquetas del alineamiento del giro a la derecha

Ahora crearemos el perfil como lo explicamos anteriormente de este alineamiento y nos quedará de la siguiente forma:

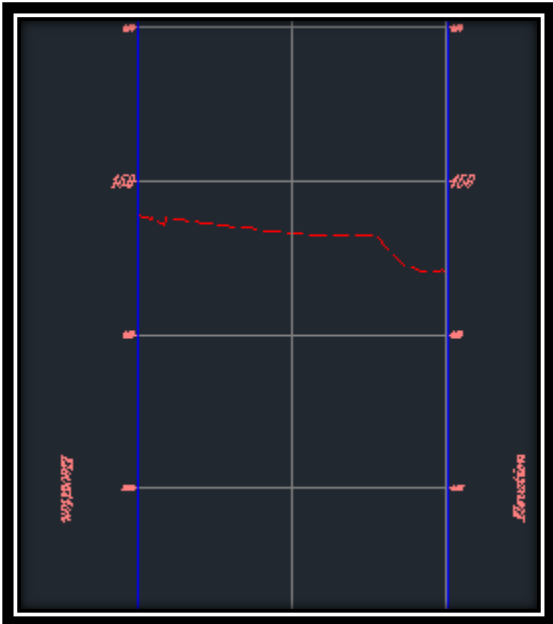


Figura 4.351 Perfil del giro a la derecha

Dibujaremos una rasante a este perfil y nos quedará como se muestra:

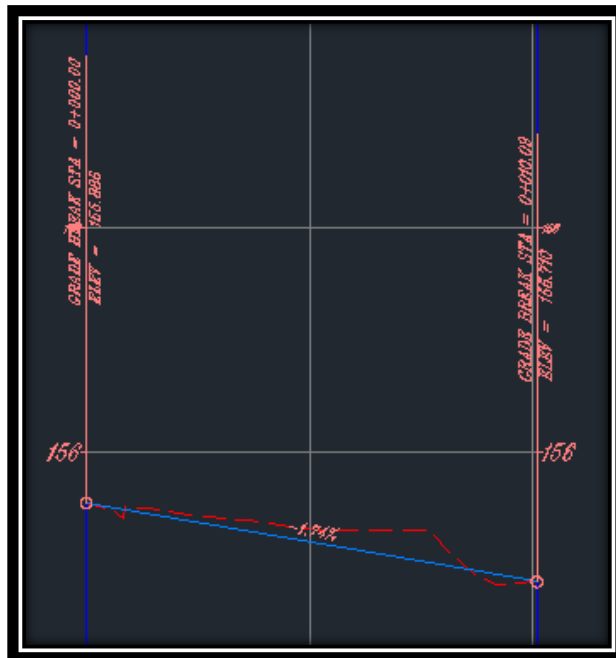


Figura 4.352 Rasante del giro a la derecha

Ahora editaremos las elevaciones que tenemos en la imagen anterior y colocaremos las que tenemos en el dibujo dando clic en **Vista de rejilla de perfil**:

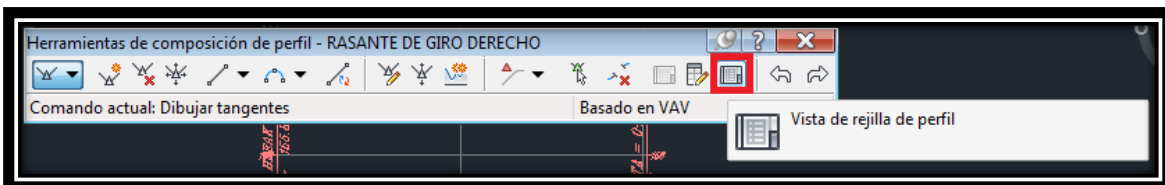


Figura 4.353 Vista de Rejilla del Perfil

Posteriormente se nos desplegará la siguiente ventana en donde modificaremos las elevaciones del P.K. 0+000 y 0+010:

Nº	Bloquear	P.K. de VAV	Elevación de VAV	Inclinación de rasante T.E.	Inclinación de rasante T.S.	A (Cambio de pendiente)	Tipo de curva de perfil
1		0+000.00m	155.886m		-1.74%		
2		0+010.09m	155.710m	-1.74%			

Figura 4.354 Modificaciones del P.K.

Le colocamos las elevaciones respectivas y nos aparecen modificadas en el perfil:

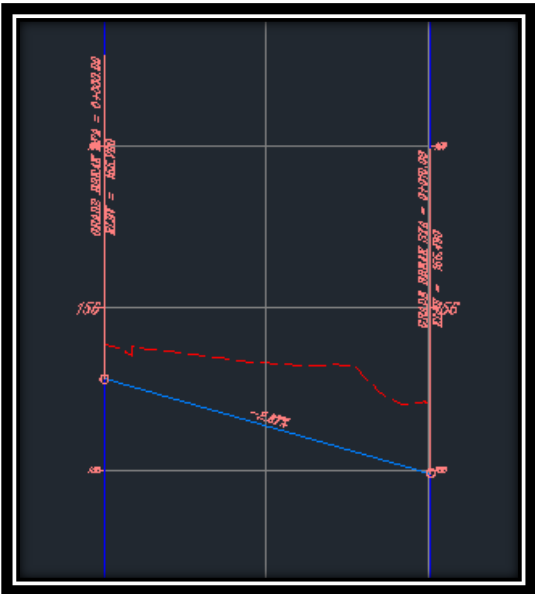


Figura 4.355 Elevaciones modificadas

Ahora modelaremos nuestro giro derecho de la misma manera de como creamos los carriles y se nos presentará de la siguiente manera:

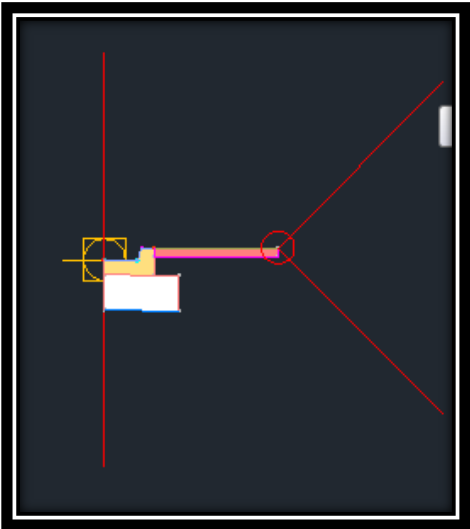


Figura 4.356 Plantilla del giro a la derecha

Ahora generaremos el giro a la derecha para ello seleccionamos el corredor haciendo clic izquierdo sobre él y después clic derecho para que nos muestre el siguiente menú contextual en donde elegiremos **Propiedades de obra lineal**:

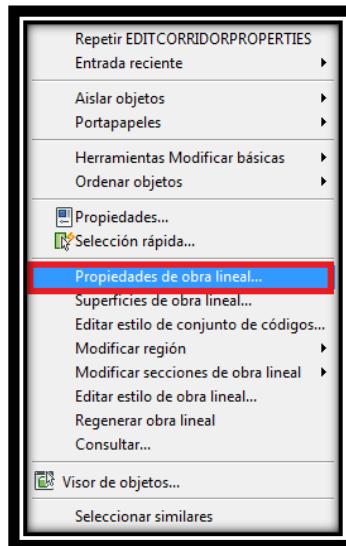


Figura 4.357 Propiedades de obra lineal

Al hacer clic en **Propiedades de obra lineal** se nos desplegará la siguiente ventana en donde daremos clic izquierdo en **Parámetros**:

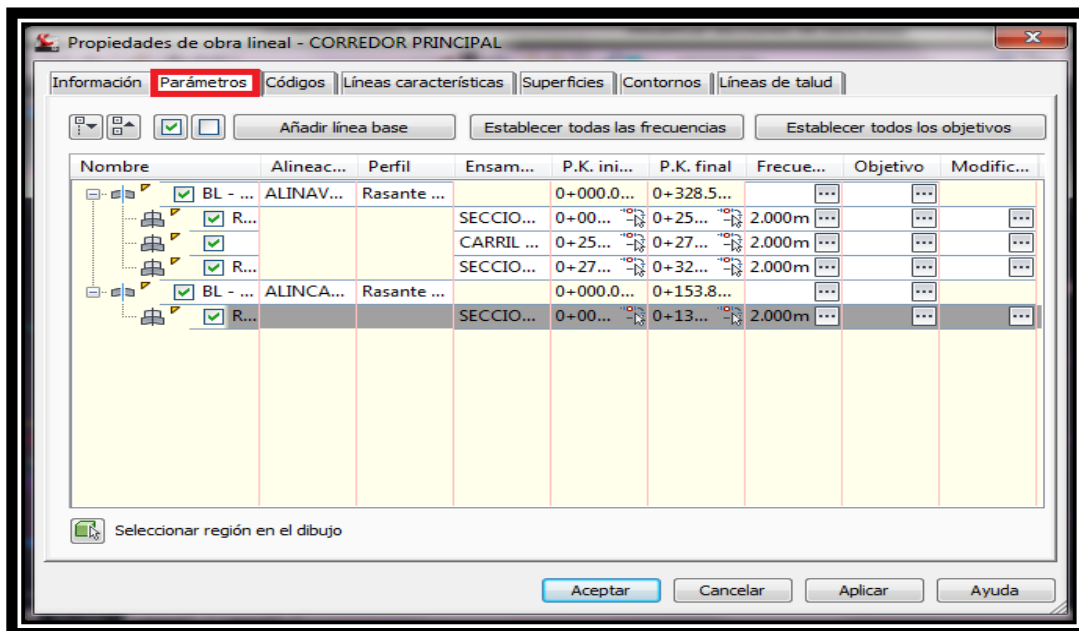


Figura 4.358 Parámetros

Ahora añadiremos otra región en este caso será el **GIRO DERECHO** damos clic izquierdo sobre **Añadir línea base** y nos mostrará la siguiente ventana en donde seleccionaremos **GIRO DERECHO** y hacemos clic en **Aceptar**:

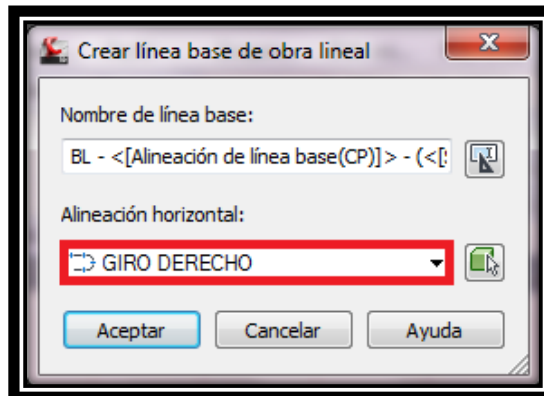


Figura 4.359 Seleccionar alineamiento del giro a la derecha

También le añadiremos la rasante de giro derecho de manera similar a como ya se explicó, una vez elegidos los parámetros mencionados nos quedará la información de la manera siguiente:

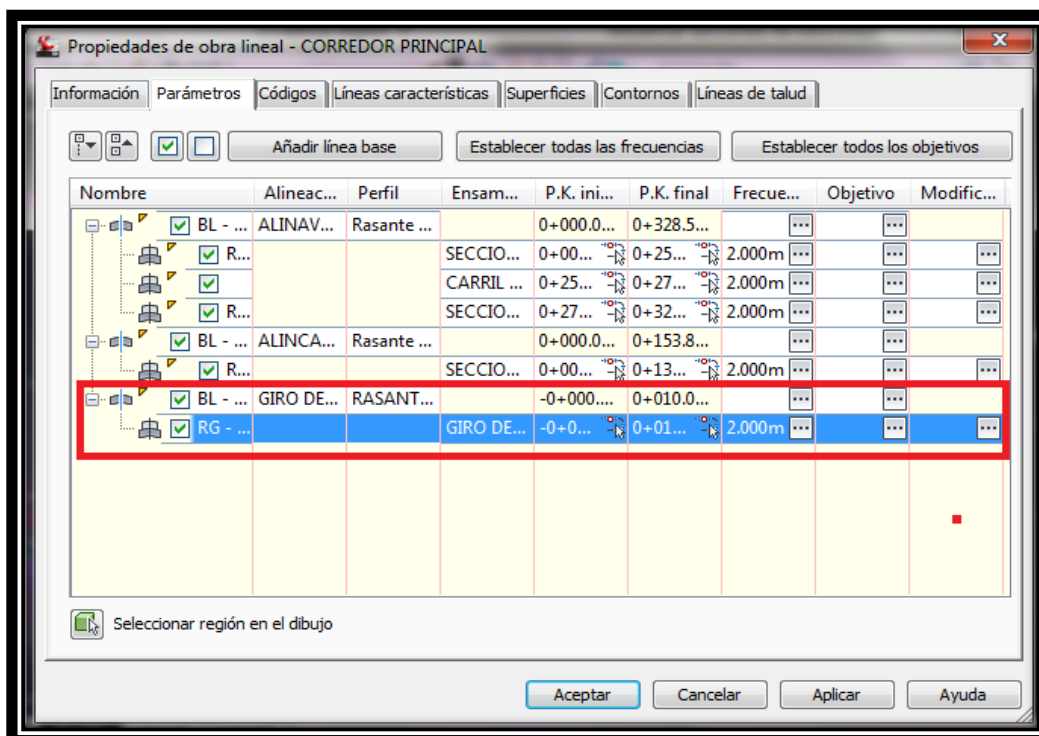


Figura 4.360 Selección de la Rasante del Giro a la Derecha

Cuando damos clic en **Aplicar** y **Aceptar** se nos mostrará de la manera siguiente en nuestro dibujo:

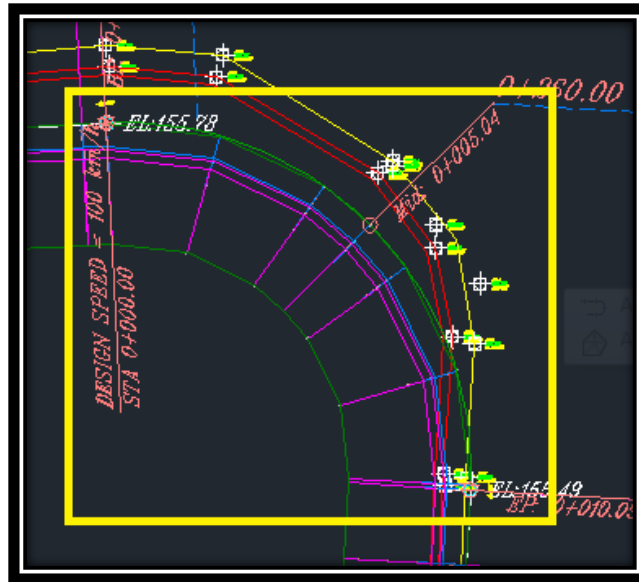


Figura 4.361 Etiquetas del giro derecho

En la imagen anterior podemos ver que nuestra intersección comienza a modelarse.

Ahora copiaremos el carril izquierdo al giro a la derecha y nos quedará de la manera siguiente:

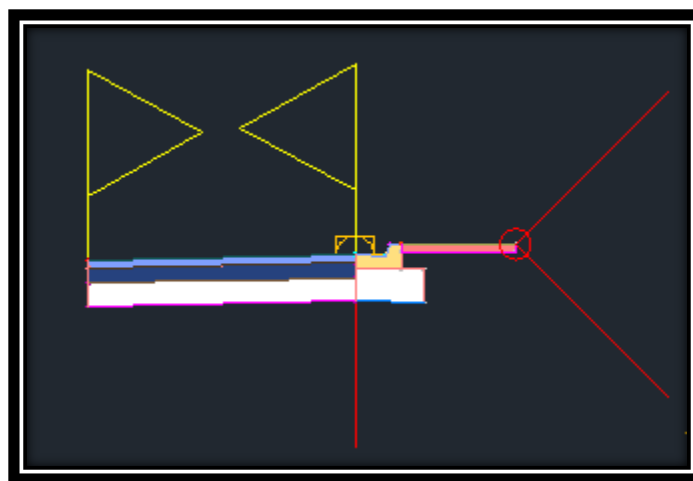


Figura 4.362 Plantilla del carril izquierdo

Modificaremos la pendiente de este carril, lo seleccionaremos y después damos clic derecho para que nos aparezca el siguiente menú contextual como se muestra en la siguiente figura y daremos clic izquierdo sobre **Propiedades de subensamblaje**:

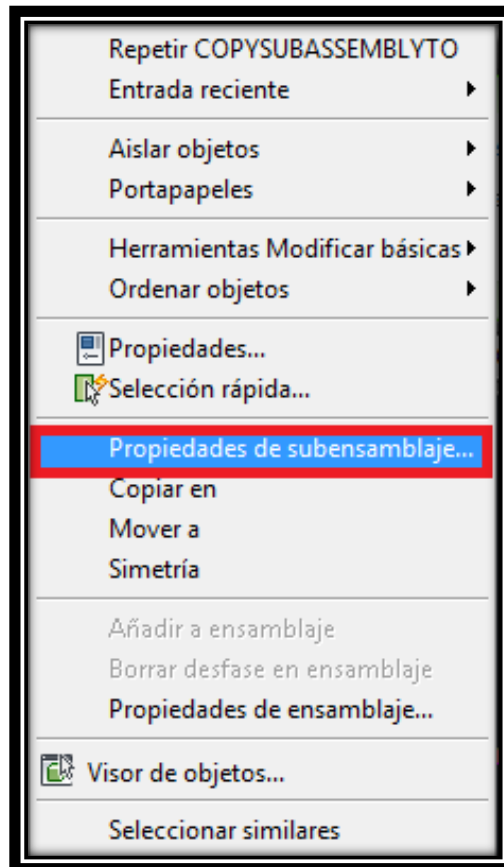


Figura 4.363 Propiedades de ensamblaje

Al dar clic izquierdo sobre **Propiedades de subensamblaje** nos aparecerá la siguiente ventana en donde seleccionaremos los **Parámetros** y modificaremos a 2.00% la pendiente del talud y damos clic en **Aplicar** y **Aceptar**:

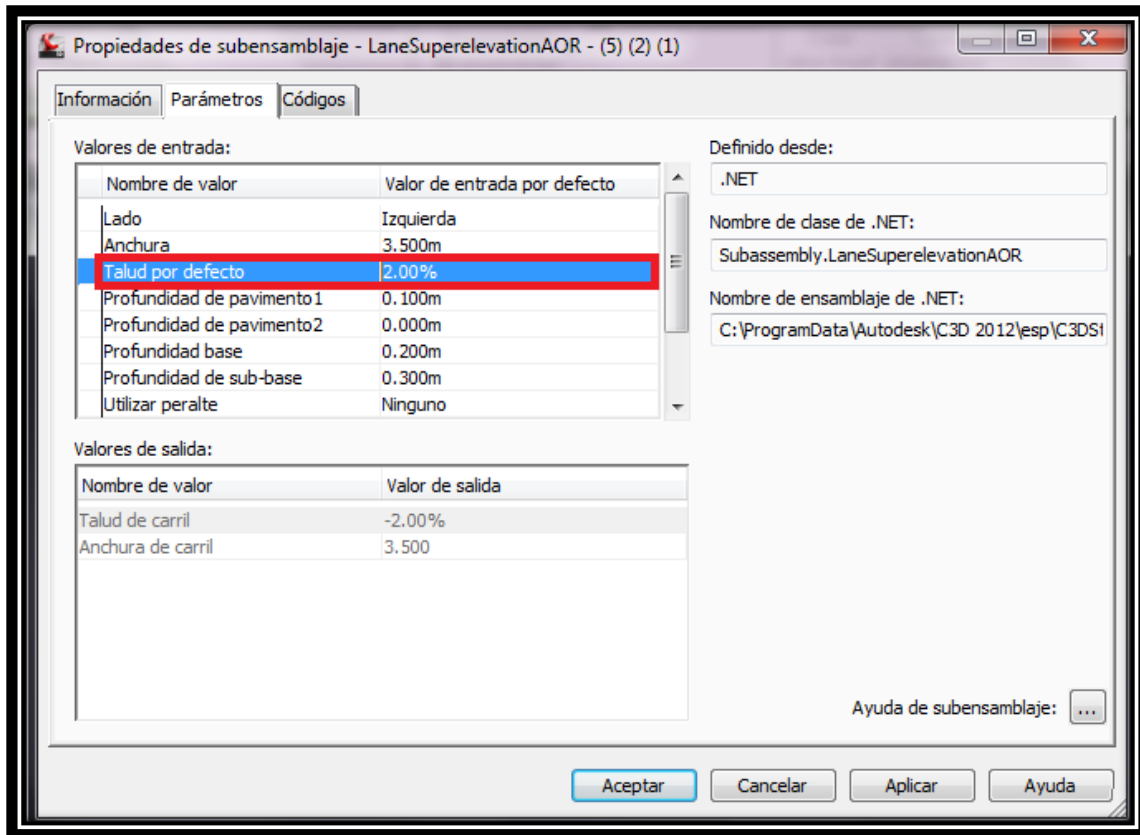


Figura 4.364 Parámetros del ensamblaje

Y nos quedará el giro a la derecha de la siguiente manera:

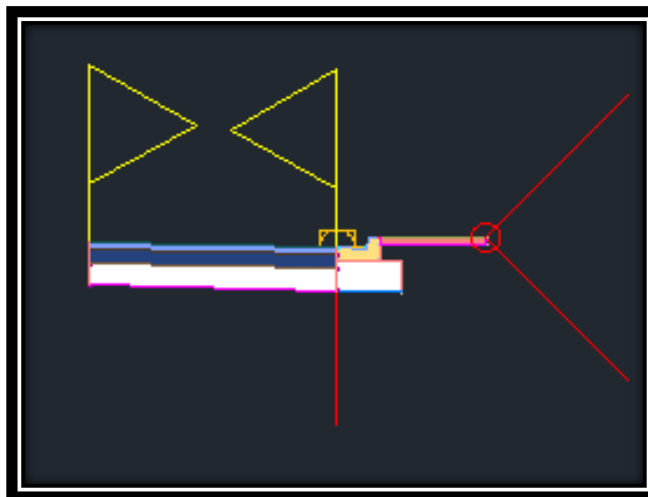


Figura 4.365 Plantilla del carril izquierdo

Ahora nos vamos a **Obras lineales** y en **CORREDOR PRINCIPAL** damos clic derecho y nos aparece el siguiente menú contextual:

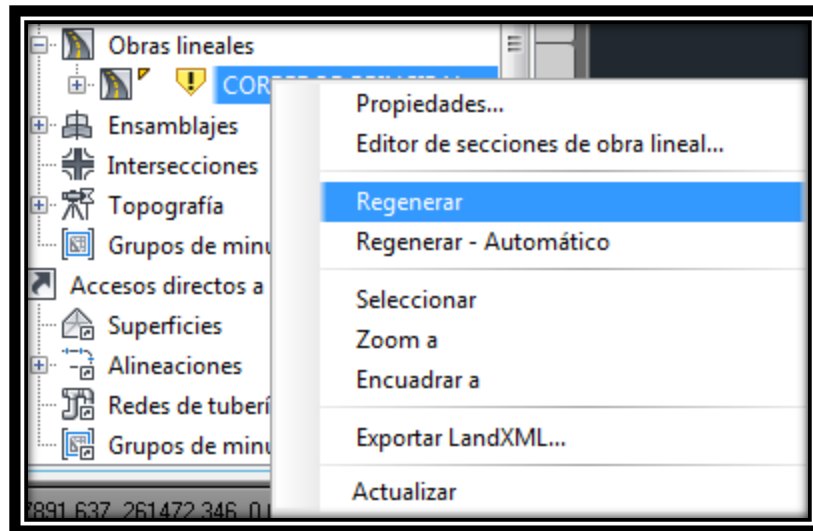


Figura 4.366 Regenerar

Al hacer clic izquierdo en **Regenerar** nos aparecerá de la siguiente manera en nuestro dibujo:

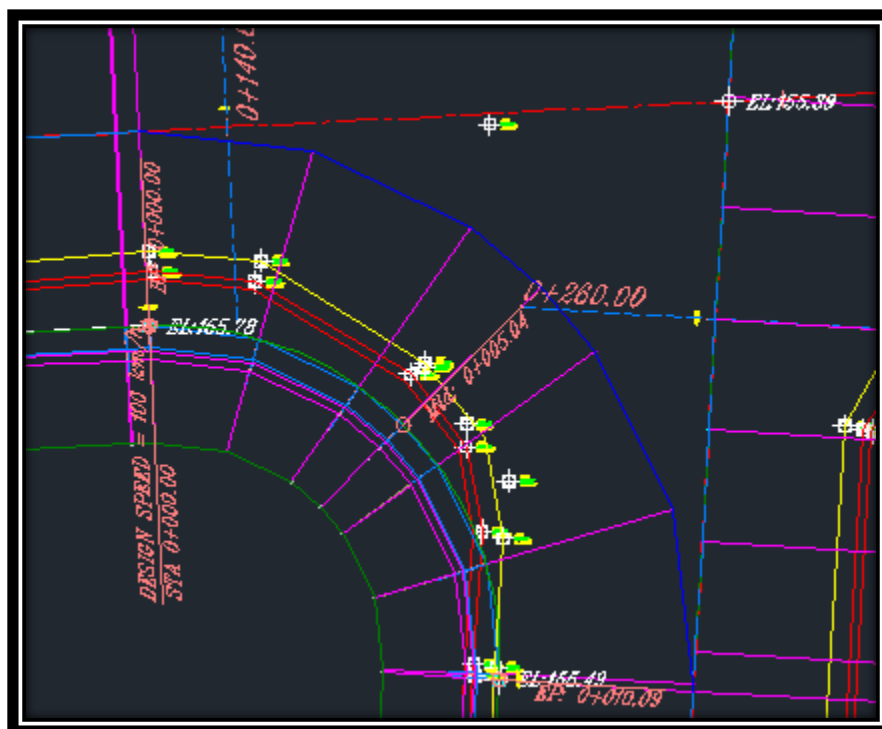


Figura 4.367 Obra lineal del giro a la derecha

Se puede apreciar en la imagen anterior que no se ha expandido nuestra intersección hasta el alineamiento y hasta el borde del carril para ello seleccionamos la región y damos clic derecho para que nos aparezca el siguiente menú contextual en donde seleccionaremos **Propiedades de obra lineal**:

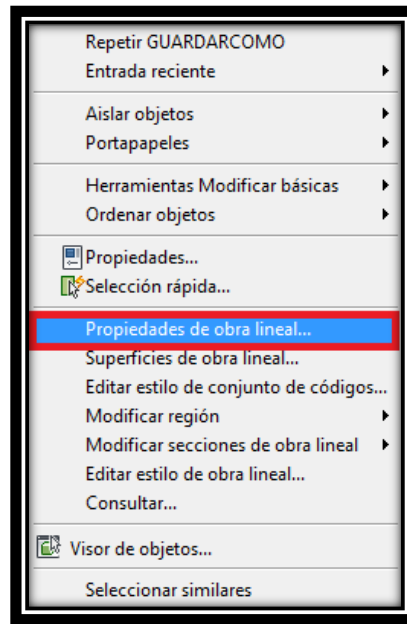


Figura 4.368 Propiedades de obra lineal

Posteriormente se nos desplegará la siguiente ventana y damos clic en **Contraer todas las categorías**:

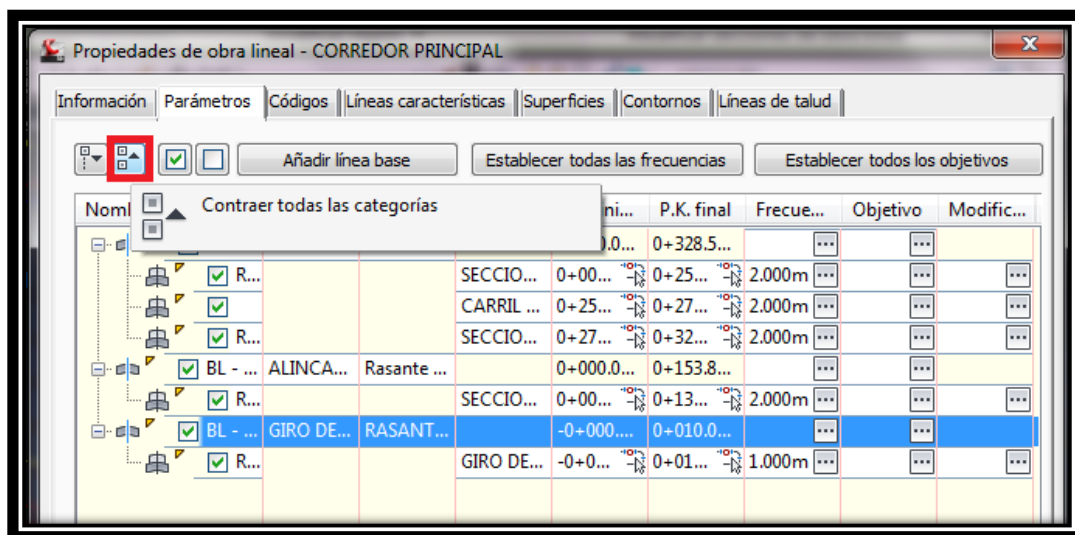


Figura 4.369 Contraer todas las categorías

Al **Contrair todas las categorías** nos quedará de la siguiente manera y daremos clic izquierdo en el ícono señalado con el cuadro rojo:

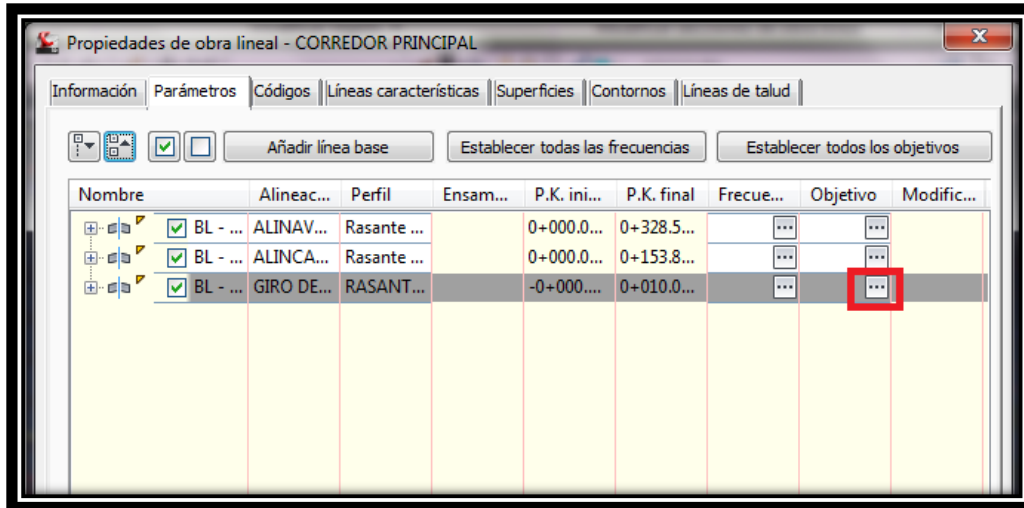


Figura 4.370 Caja de diálogo de propiedades de obra lineal

Se nos desplegará la ventana siguiente y daremos clic izquierdo en **Ninguno**:

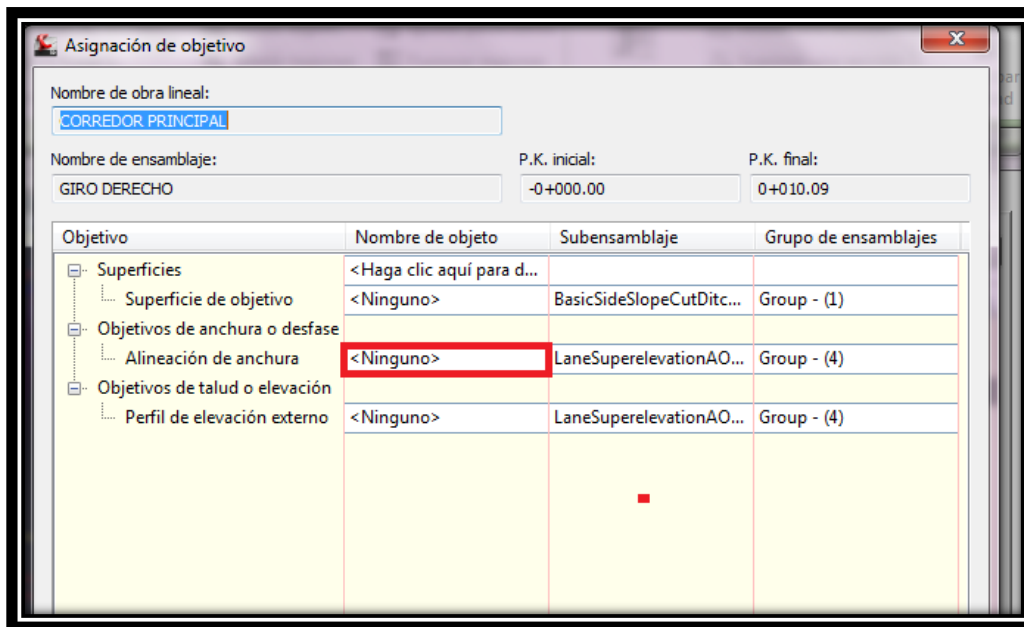


Figura 4.371 Clic en Ninguno

Al dar clic izquierdo en **Ninguno** se nos despliega la siguiente ventana y daremos clic izquierdo en **Seleccione en el dibujo**:

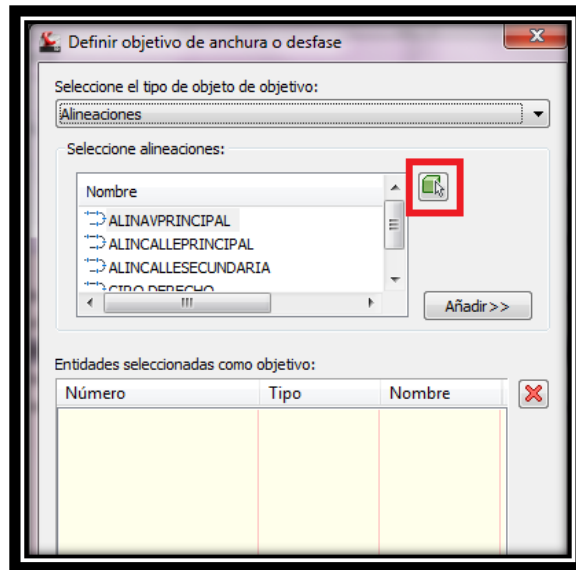


Figura 4.372 Selección del dibujo

Al dar clic en **Seleccione en el dibujo** nos aparecerá el siguiente mensaje en la barra de comandos y el cursor se nos presentará de la manera en cómo se muestra en la siguiente imagen:

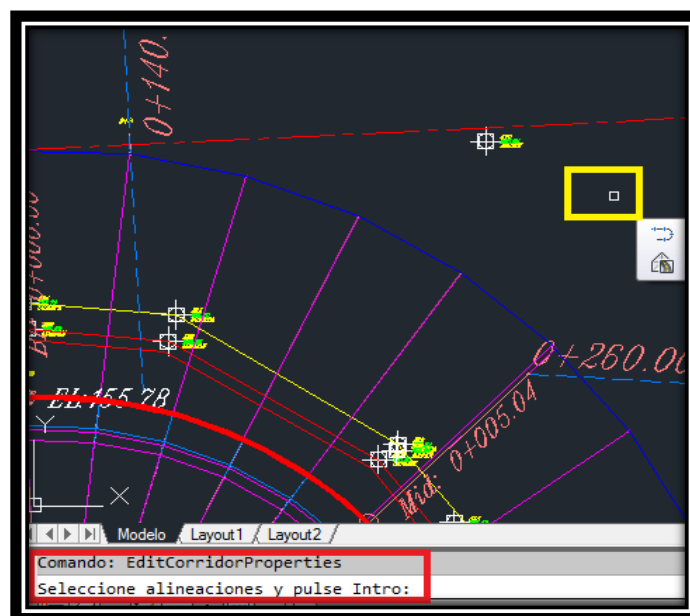


Figura 4.373 Seleccionar alineaciones

Seleccionamos el alineamiento y presionamos **Enter** se nos despliega la siguiente ventana y damos clic en **Añadir**:

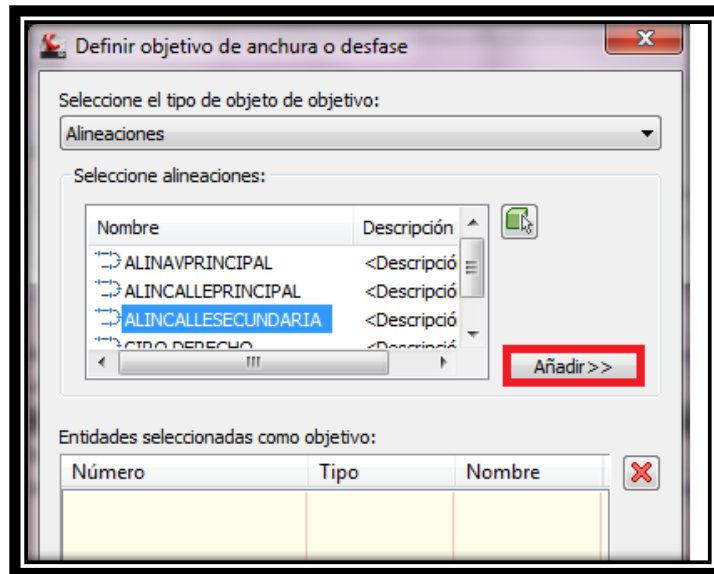


Figura 4.374 Añadiendo alineamiento de calle secundaria

Nuevamente damos clic izquierdo en **Seleccione en el dibujo** y damos clic izquierdo en el borde del carril que deseamos que llegue nuestra intersección damos **Enter** y nos aparece la siguiente ventana y clic izquierdo en **Añadir**:

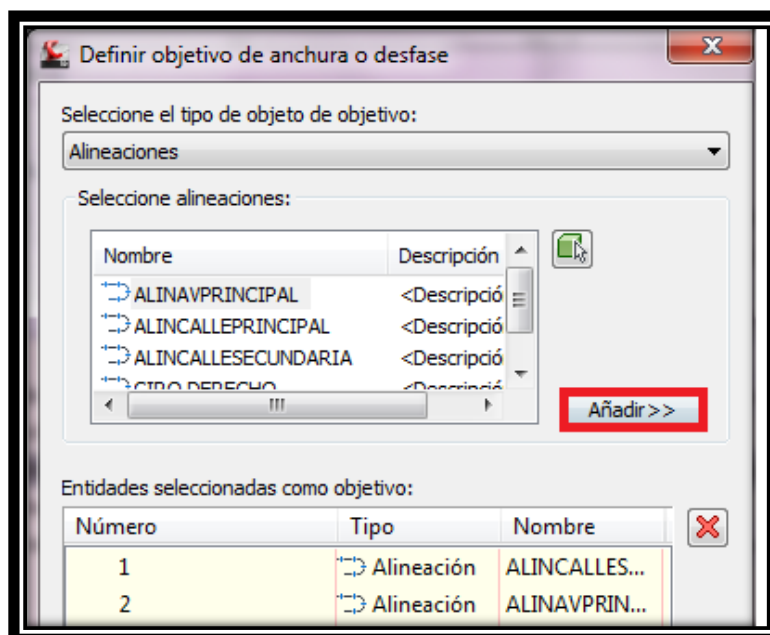


Figura 4.375 Clic en añadir

Seleccionamos las rasantes de los alineamientos que recién añadimos de manera análoga a lo explicado en las imágenes anteriores, cuando ya los tenemos damos **Aplicar** y **Aceptar**.

Podemos observar cómo se nos ha modelado la intersección en la figura siguiente:

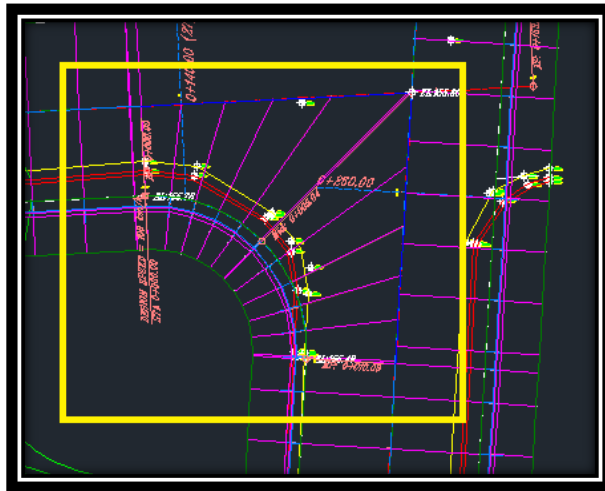


Figura 4.376 Generación de Intersección

Haremos los mismos pasos para el otro carril y nos quedara de la siguiente manera:

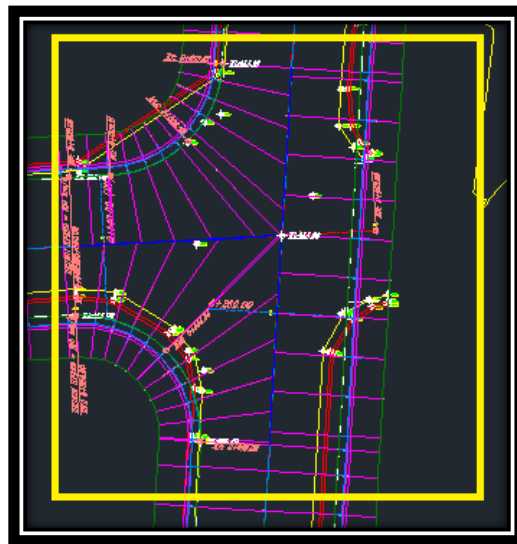


Figura 4.377 Generación de la intersección completa

Nuestra intersección está quedando de la siguiente forma:

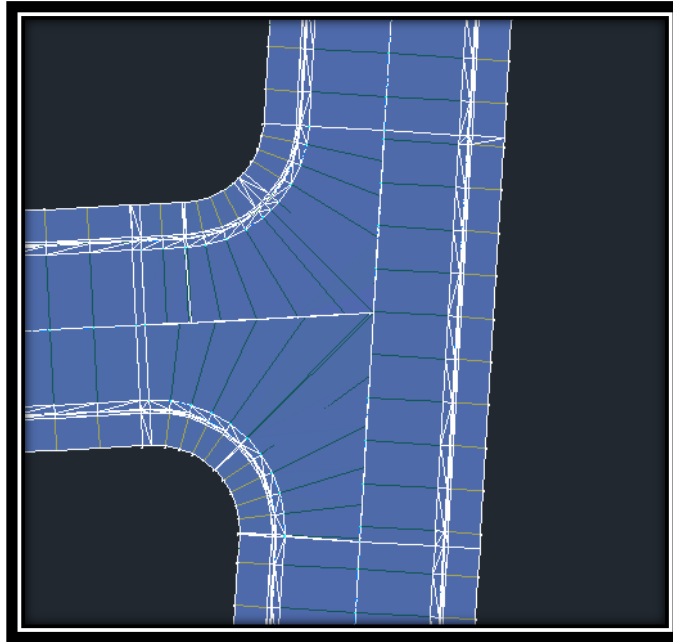


Figura 4.378 Intersección en 3D

Ahora modelamos la superficie nuevamente y que nos aparezca de la siguiente manera:

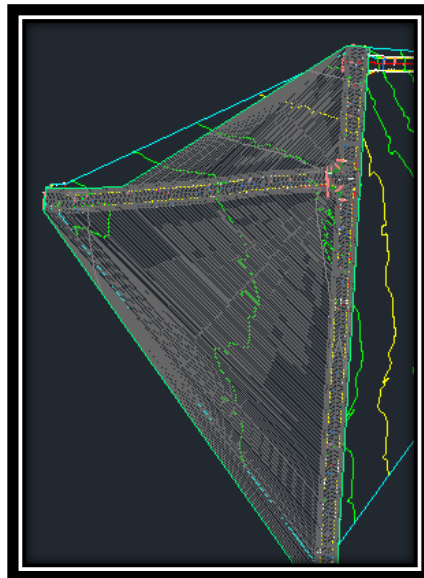


Figura 4.379 Superficie de la obra lineal

Damos clic derecho sobre **CORREDOR PRINCIPAL** para que nos muestre el siguiente menú contextual en donde elegiremos **Propiedades**:

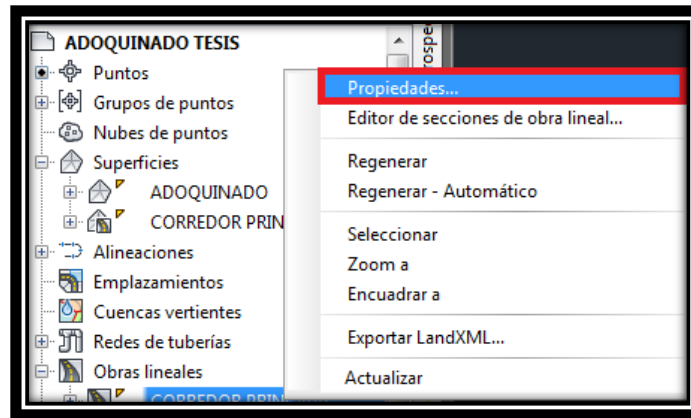


Figura 4.380 Propiedades de obra lineal

Al dar clic izquierdo en **Propiedades** nos mostrará la siguiente ventana donde nos aparecerán todos los parámetros que se utilizan para el diseño de una intersección:

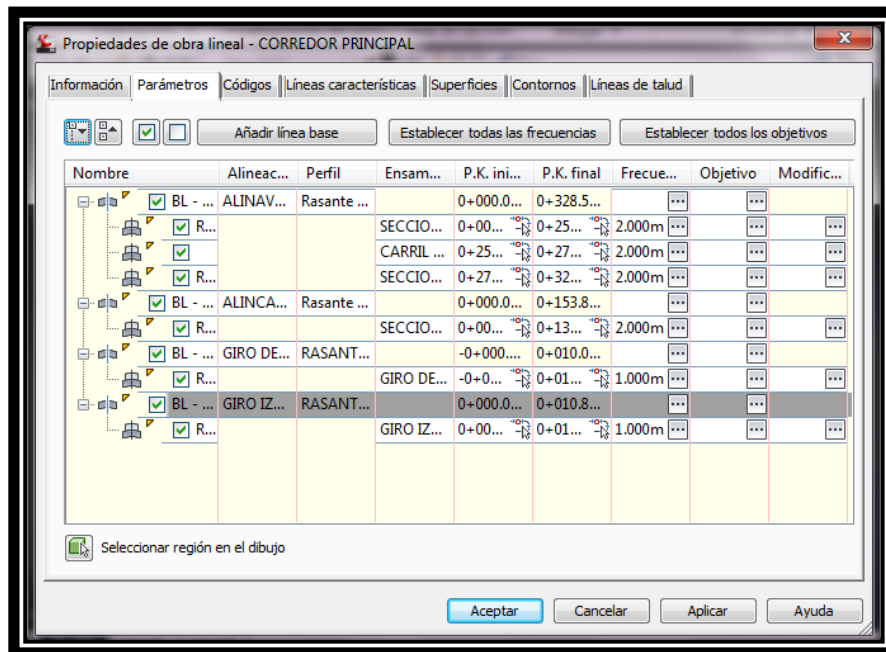


Figura 4.381 Alineamientos y giros en Propiedades de obra lineal

Hacemos clic izquierdo en **Superficies** y nos muestra la siguiente ventana:

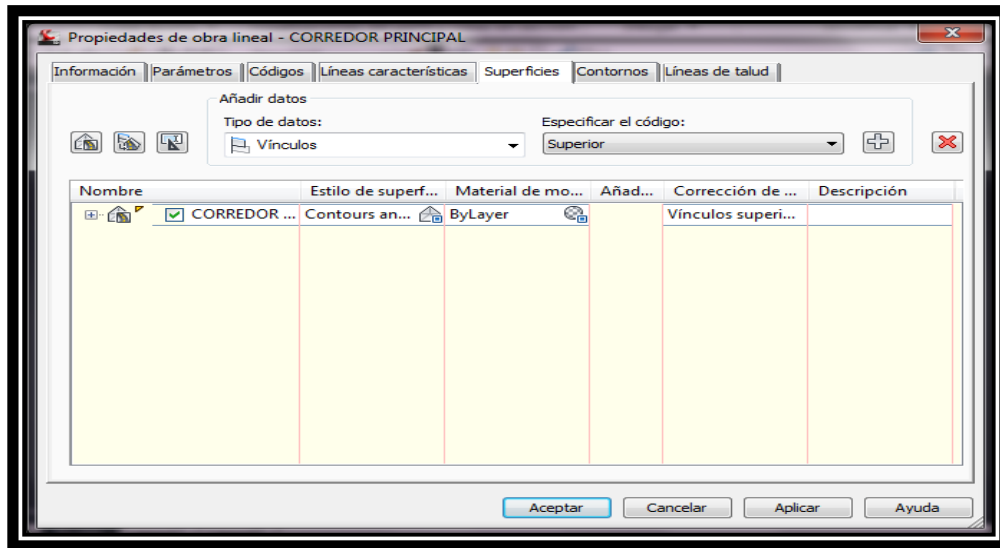


Figura 4.382 Caja de diálogo de Obras Lineales

Damos clic en **Contornos** y hacemos clic derecho sobre **CORREDOR PRINCIPAL** y seleccionamos **Extensión de obra lineal como contorno exterior**:

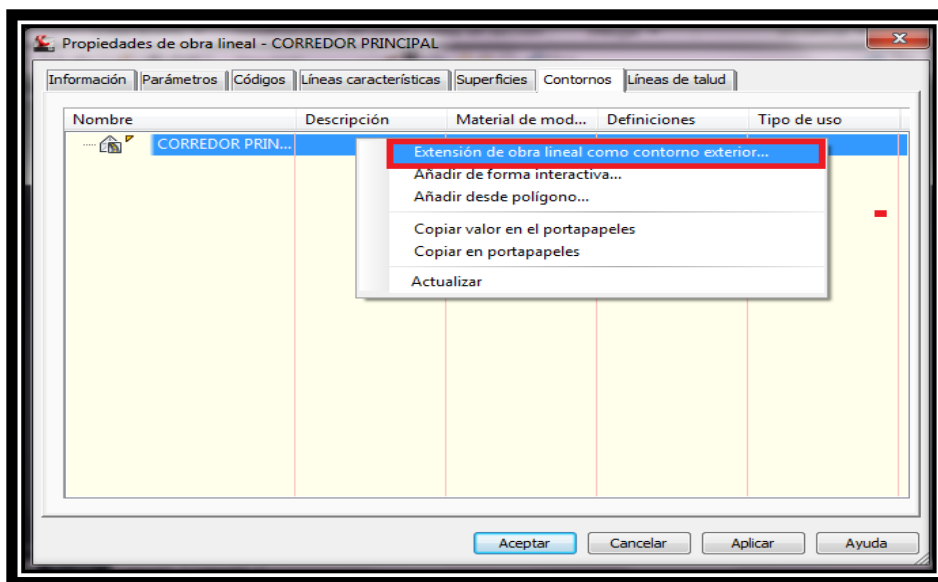


Figura 4.383 Extensión de obra lineal como contorno exterior

Al dar clic izquierdo sobre **Aplicar** y **Aceptar** veremos cómo nos queda una sola superficie en la avenida principal y en la calle secundaria:

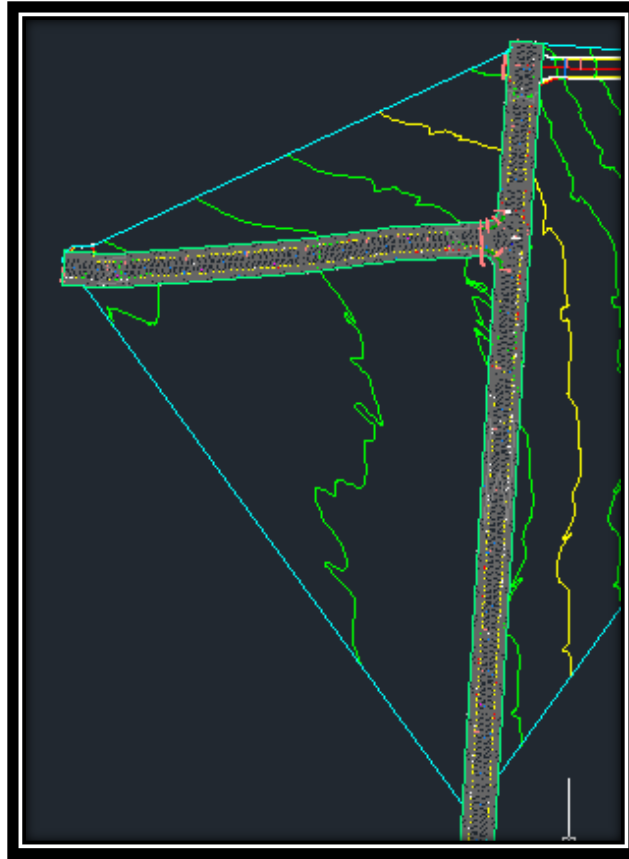


Figura 4.384 Superficie única en la Avenida y Calle

Y finalmente nuestro adoquinado con su respectiva intersección, respetando todos los niveles y todos los parámetros antes mencionados queda de la siguiente manera:

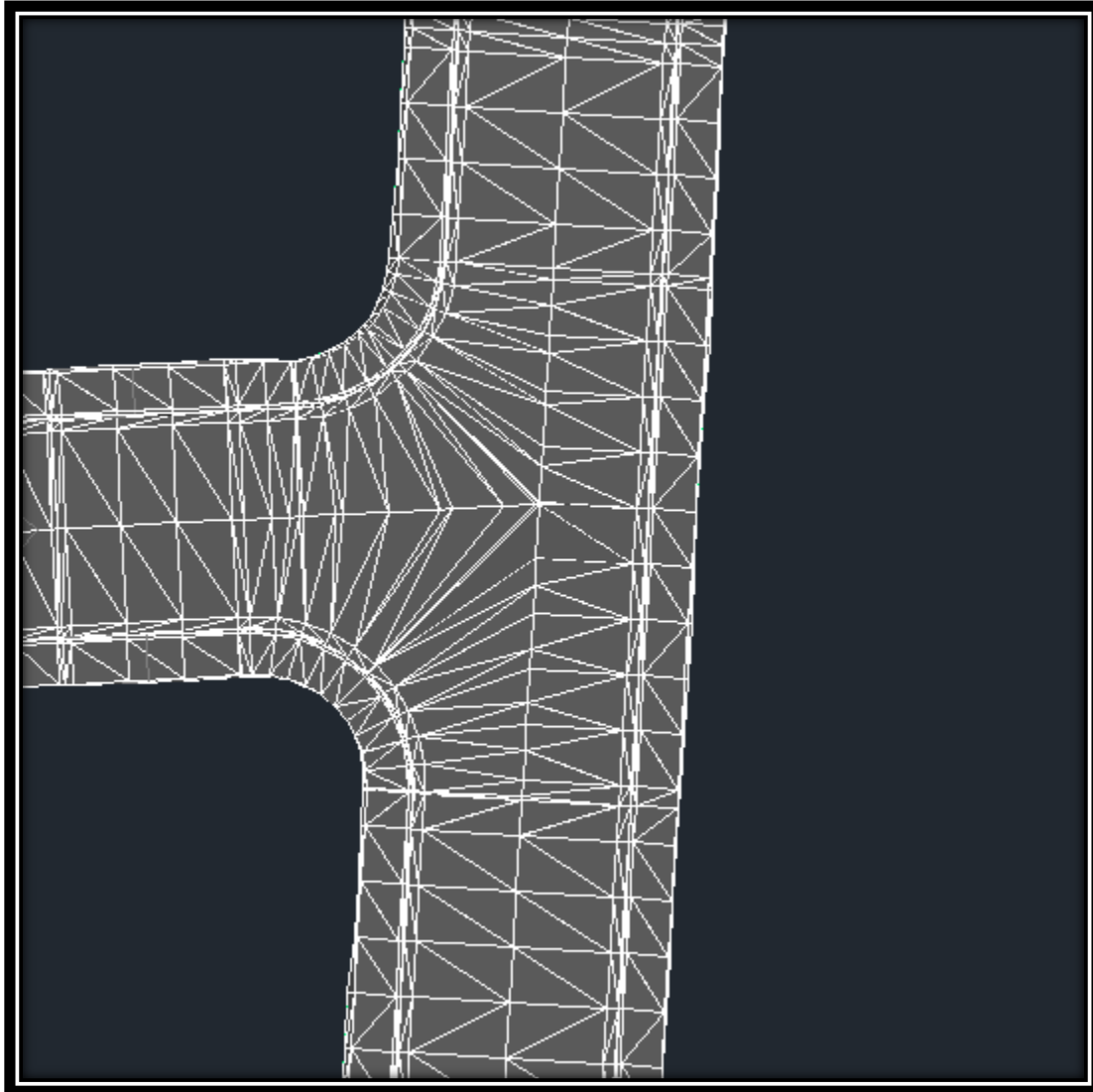


Figura 4.385 Adoquinado e Intersección en 3D

CAPITULO V: “TRAZO DE ELEMENTOS DE CARRETERAS”

5.1 TRAZAR O REPLANTEAR

Trazar o replantar es marcar en el terreno la posición de puntos de un proyecto a partir de los cuales se va a materializar el mismo.

El trazo puede ser:

- Edificaciones (unifamiliares, zonas deportivas, lotificaciones, etc.), obras lineales (vías, líneas eléctricas), límites de fronteras o linderos de terrenos.
- Total o parcial de alineaciones, escuadras, puntos singulares (pilares, centros) o cualquier otro que sirva a los encargados a marcar el resto de la obra a partir de ellos.
- En elevación y planta (X, Y, Z), en planta (X, Y), o en elevación (Z).
- De diferente precisión y tolerancia (fundaciones, puentes, aeropuertos, lotificaciones, urbanizaciones, parcelaciones, etc.).

5.2 FASES DEL TRABAJO DE TRAZO O REPLANTEO.

Las fases de un trazo o replanteo son:

- Recopilación de información y comprobación.
- Obtención de las coordenadas de los puntos a trazar.
- Trazo en campo.
- Elaboración de la documentación del trazo.

5.2.1 Recopilación de información y elaboración de la misma

Para trazar o replantar un proyecto debemos disponer de la siguiente información:

5.2.1.1 Plano de la zona y red de estaciones, si existe.

- Puede ser que exista un plano de la zona o no.
- Si existe plano hay que comprobar las medidas más importantes, nunca replantar sin comprobar.
- Si no existe plano hay que hacerlo, por lo menos de los elementos necesarios para el encaje y de una vez dejamos la red de estaciones que se utilizará para

el replanteo que surge del levantamiento. En un levantamiento para realizar posteriormente un trazo debemos de obtener las coordenadas de puntos comunes que aparezcan en el proyecto y en el terreno.

- Si existe pero no hay red de estaciones, dependiendo de la precisión requerida para el replanteo, puede ser necesario un nuevo levantamiento para determinar los puntos comunes y poder realizar satisfactoriamente el trazo o replanteo.

5.2.1.2 Plano del proyecto.

- Puede ser impreso o digital, que es cada vez más usado.
- Si nos entregan el plano impreso, conviene digitalizarlo o escanearlo. En cualquier caso, debemos de ajustar las medidas del papel a la escala, pero sobre todo a las acotaciones que estén definidas, Es un trabajo lento, tedioso y delicado, en el que a veces nos encontramos incoherencias. Por ello se debe solicitar un tiempo y un presupuesto extra si el plano del proyecto nos lo dan impreso.
- Si nos dan el plano en formato digital (dwg), es muy importante comprobar en el dibujo:
 - Si es en 2D o 3D y que la vista está en planta.
 - Que el sistema de referencia del proyecto esté bien definido tanto en el plano como en el terreno.
 - Unidades del dibujo y escala: en ocasiones se genera el dibujo por exportación de otro sistema CAD y aparece todo en otras unidades que no son metros y que las unidades no son grados sino radianes.

5.2.1.3 Directrices para el encaje

El encaje es una de las fases más delicadas del replanteo, pues un error en él puede llevar todo el dibujo hacia otro lugar muy distinto del que se pretende replantear. Para realizarlo correctamente nos deben proporcionar:

- Puntos comunes entre plano del proyecto y el plano topográfico que se nos ha proporcionado. Los puntos comunes deben estar definidos con mayor precisión que la requerida para el replanteo.
- Normas que definan unívocamente la posición final, tanto en planta como en elevación.

Si no se dispone de estos puntos comunes se debe realizar un levantamiento como se mencionó anteriormente.

5.2.1.4 Definición de los puntos a trazar o replantear.

Una vez estamos seguros de la información que tenemos impresa o del levantamiento que se ha realizado debemos definir los puntos o elementos que se van a trazar.

Es conveniente llegar a un acuerdo con el encargado o propietario del terreno respecto a sus necesidades y/o respetar las especificaciones técnicas del proyecto.

5.2.1.5 Precisión del replanteo

Es muy importante saber con precisión los puntos a replantear en el terreno, de ello depende el tiempo que se invertirá y el presupuesto.

No es lo mismo trazar la planta de un edificio que un lote.



Figura 5.1 Excavación de la planta de un edificio trazado.

5.2.1.6 Documentación a entregar

También debemos saber qué documentación debemos entregar para dar por finalizado el trabajo, si es que hay que entregar alguna. A veces basta con colocar las estacas y en otras ocasiones hay que entregar la documentación requerida para cada proyecto.

5.3 CREACION DE PUNTOS COGO

Una vez tenemos creados el perfil y la rasante de nuestro proyecto como se muestra en la siguiente imagen:

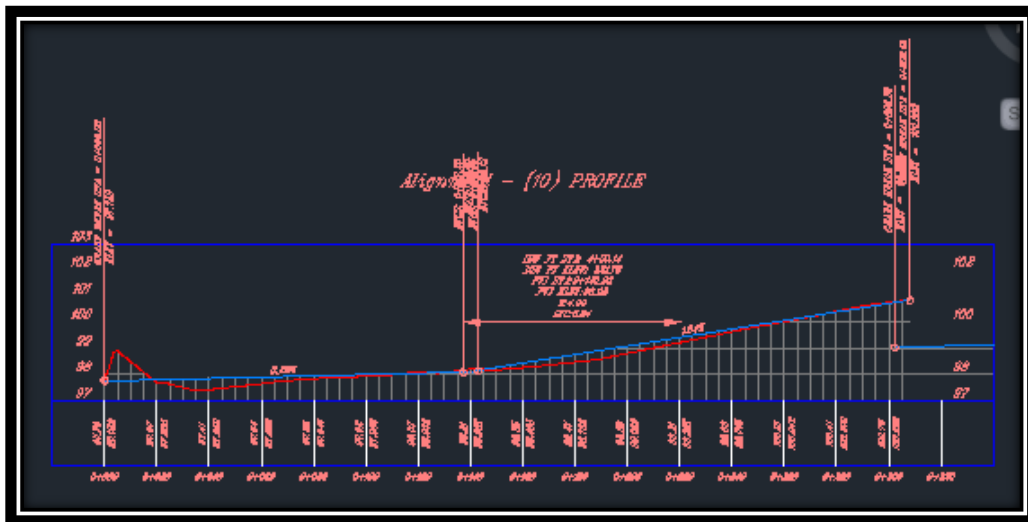


Figura 5.2 Perfil y Rasante del proyecto a trazar

También tenemos creada nuestra sección como se muestra en la siguiente imagen:

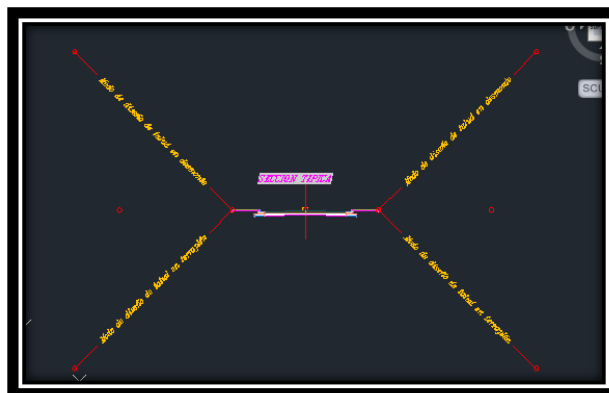


Figura 5.3 Sección de la calle a trazar

Además tenemos creada ya nuestra obra lineal como se muestra en la siguiente imagen:



Figura 5.4 Obra lineal construida

Cuando ya tenemos definidos todos los elementos antes mencionados procedemos a crear los puntos **Cogo** de la siguiente manera, damos clic en **Obras lineales** y nos mostrará el siguiente cuadro contextual:

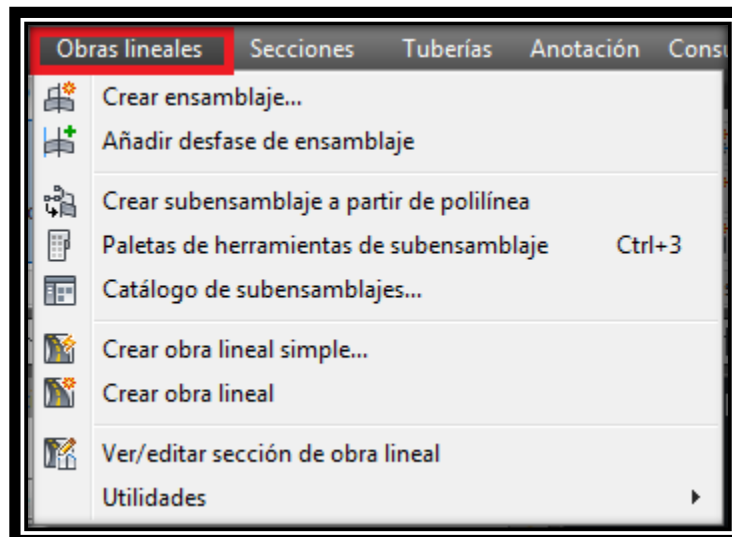


Figura 5.5 Selección del menú Obras lineales

Posteriormente hacemos clic en **Utilidades** y nos mostrará el siguiente cuadro contextual que se muestra en la imagen:

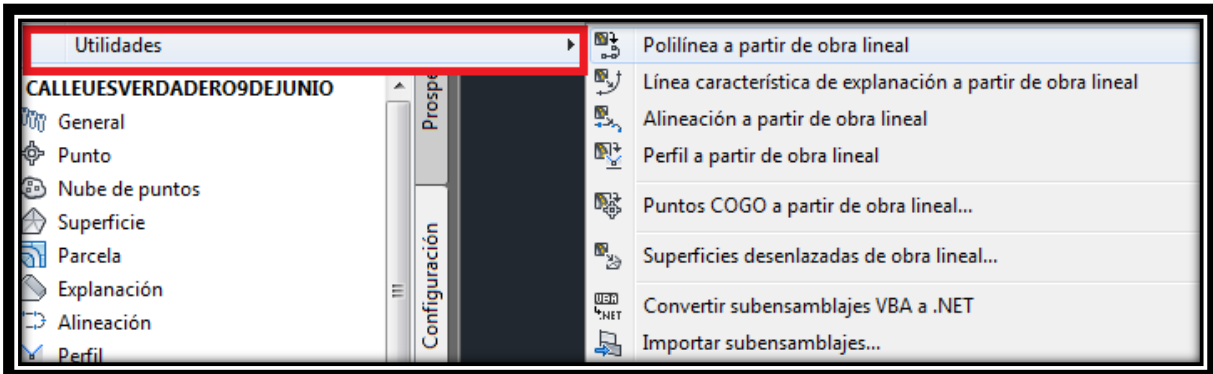


Figura 5.6 Selección de Utilidades

Ahora damos clic en **Puntos COGO a partir de obra lineal** como se muestra en la siguiente imagen:

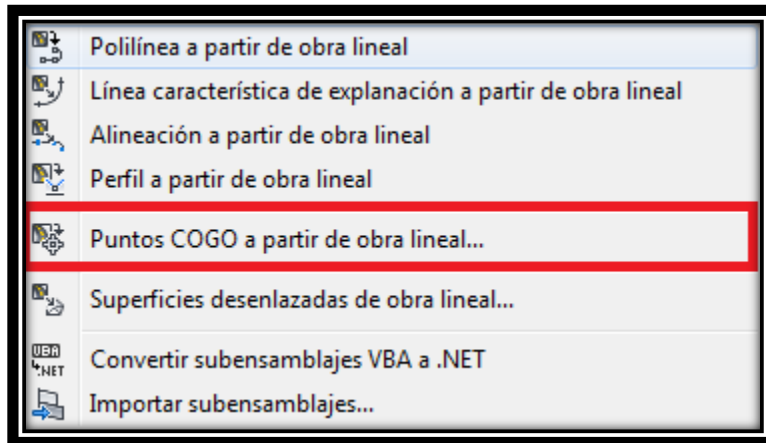


Figura 5.7 Selección de Puntos COGO a partir de obra lineal

Cuando damos clic en **Puntos COGO** a partir de **obra lineal** nos mostrará la siguiente caja de diálogo:

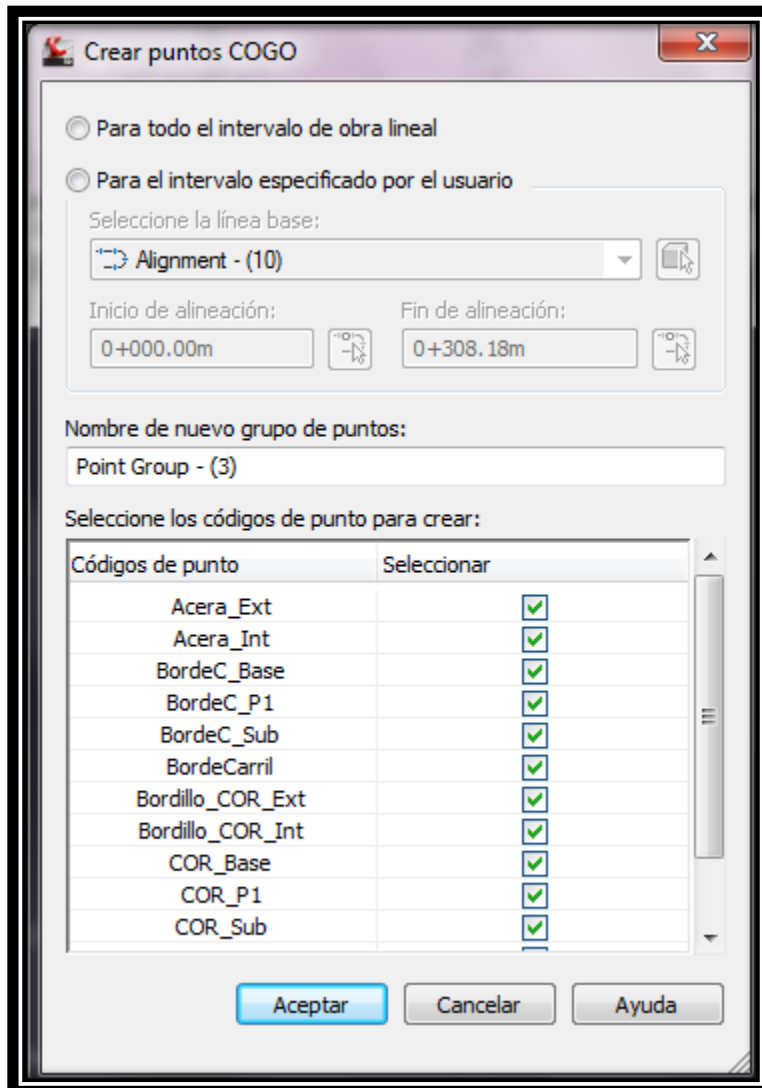


Figura 5.8 Caja de diálogo para la creación de los puntos COGO

En la imagen anterior tenemos que seleccionar si deseamos los puntos COGO a lo largo de toda la obra lineal o de solo un segmento de la obra lineal, para nuestro caso seleccionaremos **Para todo el intervalo de obra lineal** como se muestra en la siguiente imagen:

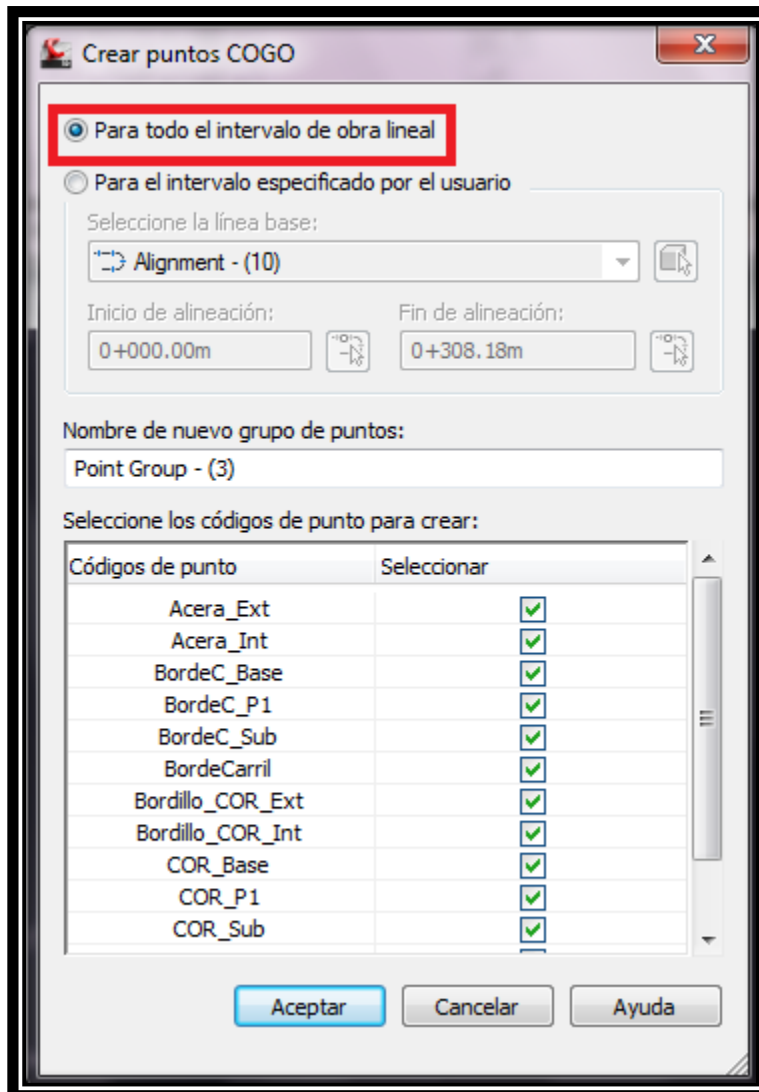


Figura 5.9 Selección de puntos COGO a lo largo de toda la obra lineal

Como podemos observar tenemos una lista de puntos COGO que nos puede proporcionar AutoCAD Civil 3D como muestra la siguiente imagen:

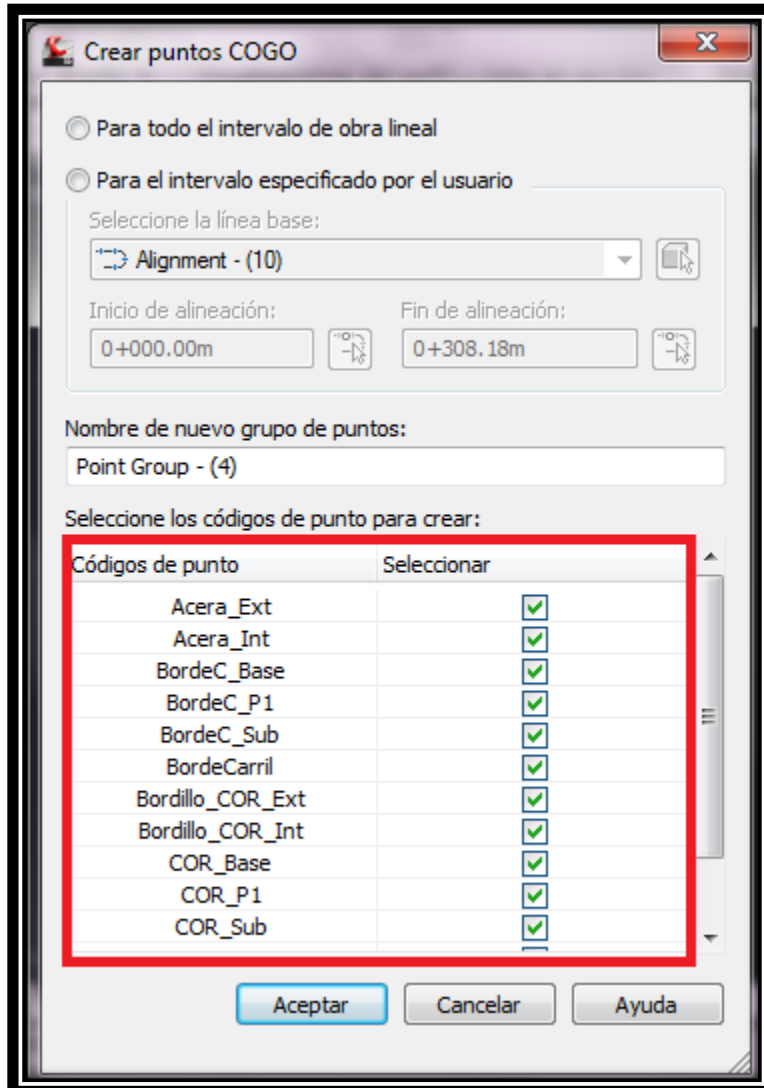


Figura 5.10 Lista de puntos COGO

Ahora debemos de saber qué puntos COGO necesitamos para nuestro trazo para este ejemplo necesitamos los puntos COGO de la sub_base del eje de la calle, los puntos COGO de la sub_base que definen el ancho de carril como también el derecho de vía que, para ello deshabilitaremos los que no necesitamos como se muestra en la siguiente imagen:

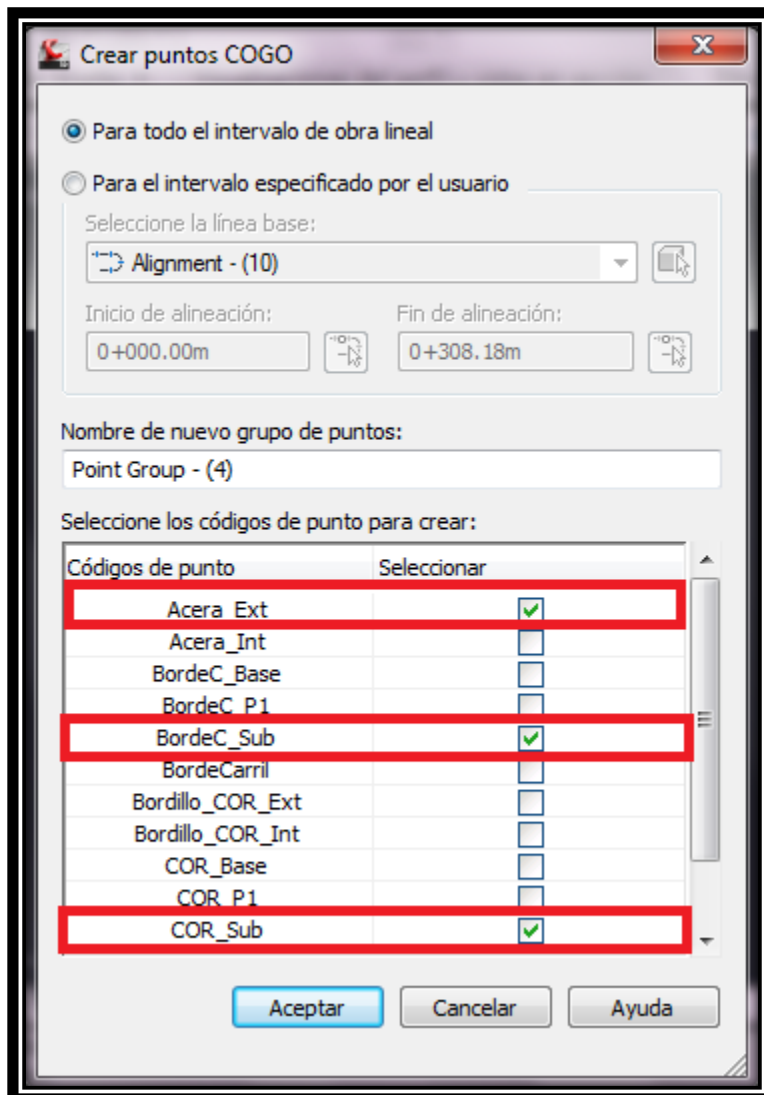


Figura 5.11 Selección de puntos COGO que necesitaremos en el trazo

Una vez seleccionados los puntos COGO que necesitaremos en nuestro trazo damos clic en **Aceptar** como se muestra en la siguiente imagen:

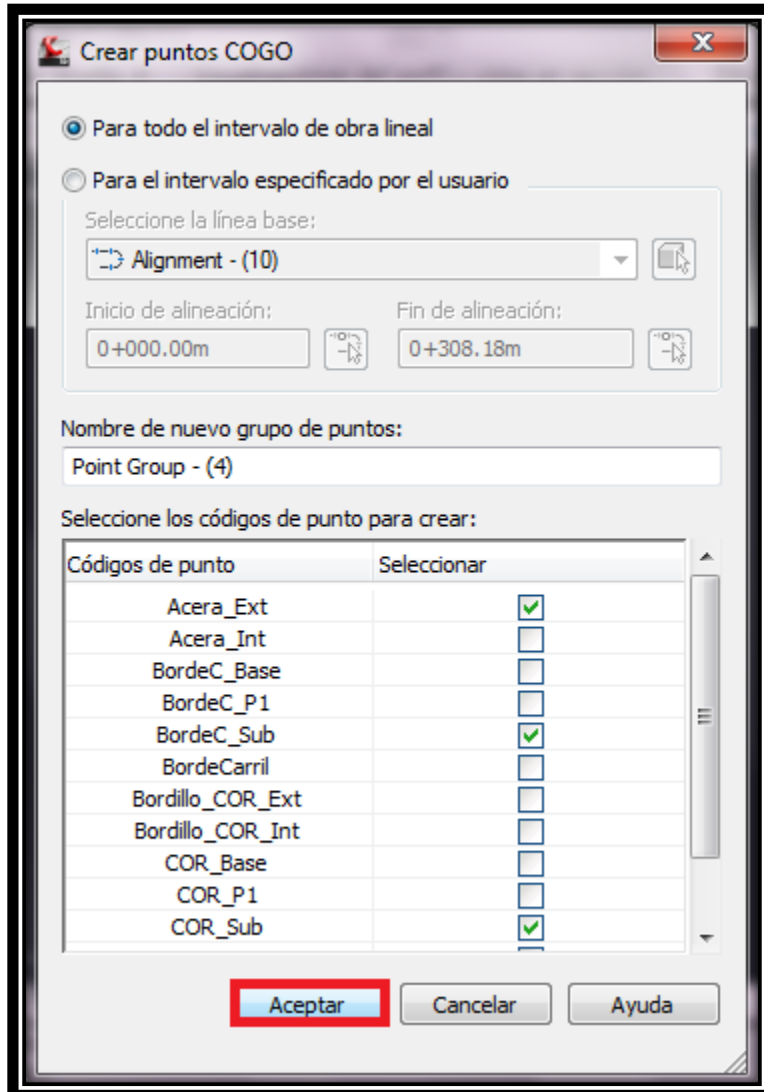


Figura 5.12 Aceptando la creación de puntos COGO

Cuando ya hemos aceptado la creación de puntos COGO en nuestra obra lineal se nos mostrará en el área de dibujo como se muestra en la siguiente imagen:

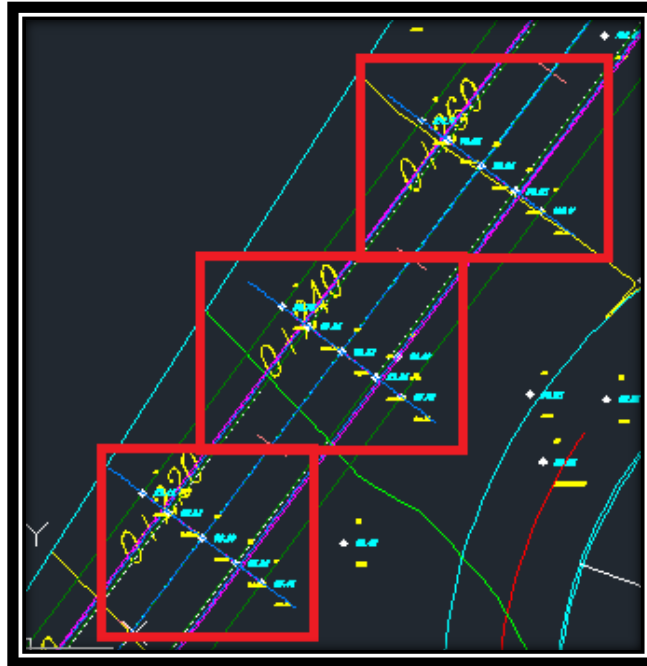


Figura 5.13 Puntos COGO en la obra lineal

Observando los puntos COGO nos muestra la siguiente información, elevación y descripción del punto COGO en este caso de la sub_base:

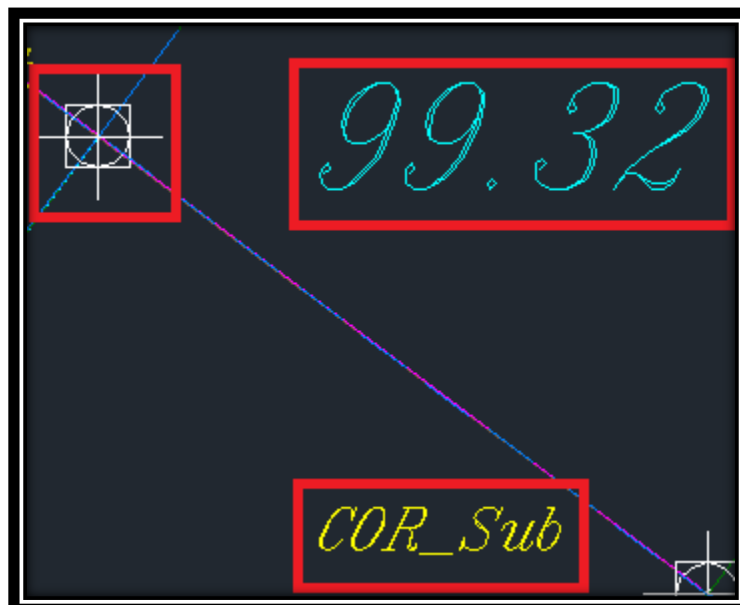


Figura 5.14 Punto COGO

Las elevaciones que nos muestran los puntos COGO son las que deben de cumplir los maquinistas al momento de la terracería como también las posiciones de los mismos.

Una vez tenemos los puntos COGO definidos procedemos a cargarlos al Colector como se explicó en el CAP2.

5.4 EQUIPO, HERRAMIENTA Y PERSONAL PARA EL TRAZO O REPLANTEO.

5.4.1 Estación Total

Es un aparato electro-óptico utilizado en la topografía, y considerado en este trabajo como el principal junto al colector. Consiste en la incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico.

Algunas de las características que incorpora y con las cuales no cuentan los teodolitos, son una pantalla alfanumérica de cristal líquido (LCD), presentación de avisos, iluminación independiente de la luz solar, calculadora, distanciómetro, y memoria de almacenamiento de datos, lo cual permite utilizarla posteriormente en computadoras personales.



Figura 5.15 Estación Total Nikon DTM 330

5.4.2 Colector

El Colector que mencionamos es el que usa una tarjeta con el software SMI y una memoria RAM como se mencionó en el CAP2 basado en la calculadora HP 48 GX.

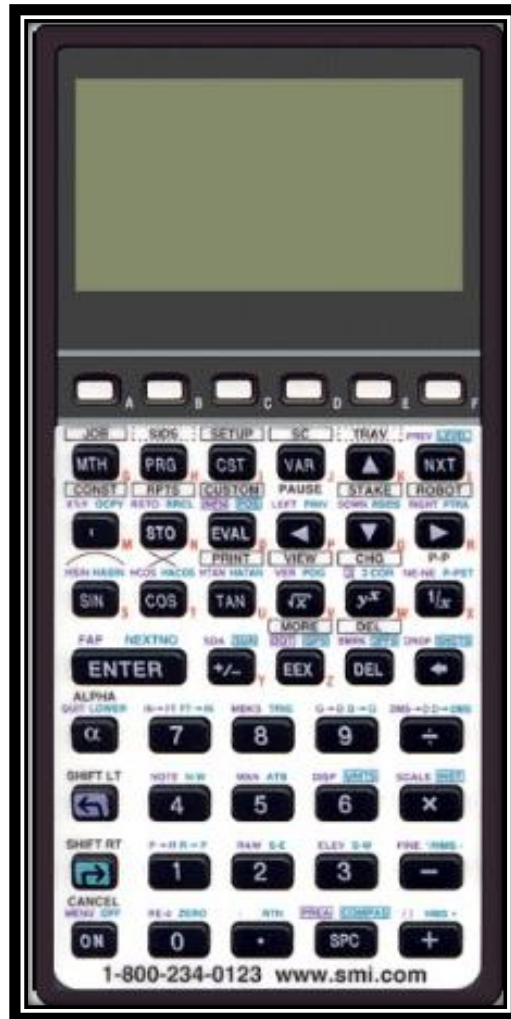


Figura 5.16 Colector

5.4.3 Utensilios y Herramientas topográficas

Las herramientas son tan importantes como los instrumentos principales, en este caso el Colector y la Estación Total, sin ellas no se puede realizar el trazo o replanteo.



Figura 5.17 Trípode, bastón y prisma



Figura 5.18 Cintas

Elementos sustanciales para el trazo son los siguientes:

- Estacas de madera, son muy importantes al momento de realizar el trazo ya que son éstas las que definen en qué punto se cortará o se rellenará como también la línea de la obra civil próxima a realizarse.



Figura 5.19 Estacas de madera

- Spry: es de mucha importancia pintar las estacas de algún color distintivo para lo que es el derecho de vía como también el ancho de carril y el eje de la calle que se está trazando ya que así podrá notar el operador de la máquina que hará la terracería por donde está cortando en determinado momento.



Figura 5.20 Spry

- Martillo, almádana y clavos, son de vital utilidad ya que es con éstos que dejaremos la estacas y también dejaremos un clavo en el centro de las mismas para verificar el punto con la Estación Total posteriormente.



Figura 5.21 Martillo, almádana y clavos.

5.4.4 Personal de trabajo

- El Ingeniero o Topógrafo tiene la responsabilidad del trazo de la obra civil que tenga a cargo. Es responsabilidad de éste llevar a cabo los trabajos con la calidad, tiempo y costos considerados.

Lleva la programación y el control de actividades, coordina al personal directo de la obra.



Figura 5.22 Ingeniero encargado del trazo

- Los cadeneros son ayudantes exclusivos del Ingeniero o Topógrafo. Llevan el prisma y bastón de un lugar a otro para situarlos en los puntos donde quedarán las estacas y que representan los puntos que se han cargado al colector.



Figura 5.23 Cadenero

- Los brecheros, son los encargados de liberar de la maleza, para el paso del personal topográfico y mejorar la visión del Ingeniero. Hacen a un lado árboles, arbustos, maleza y animales.



Figura 5.24 Brechero

5.5 CENTRADO DE LA ESTACION EN EL TERRENO

Cuando ya tenemos los puntos cargados en el colector, nos dirigimos hacia el terreno donde se trazará y nos centramos como se muestra en la siguiente imagen:



Figura 5.25 Centrar la Estación en el terreno donde se trazará

Una vez la Estación está centrada en el terreno que se hará el trazo, encendemos el colector y nos mostrará la siguiente pantalla que se muestra en la imagen:

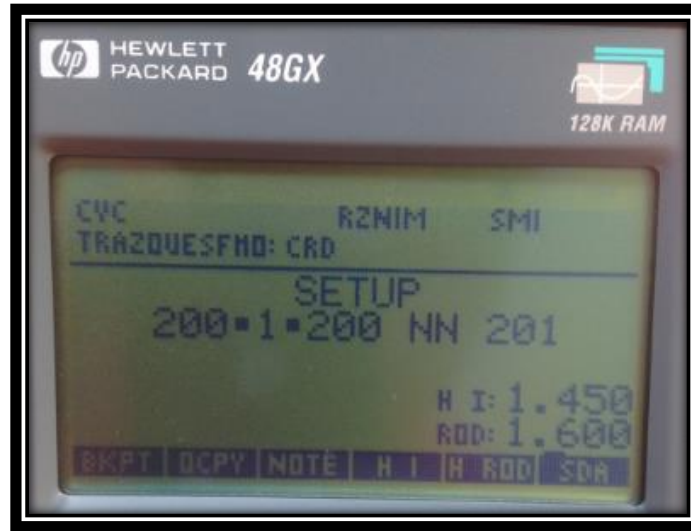


Figura 5.26 Pantalla de inicio del Colector

En la imagen anterior podemos observar el nombre del trabajo que en este caso es “**TRAZOUESFMO**”, también en el punto que estamos centrado y viendo atrás también a qué punto, además le debemos de colocar la altura del rodo y la del aparato en ese momento ya que es de nuestro interés las elevaciones, como se muestra en la siguiente imagen:



Figura 5.27 Información que nos brinda la pantalla de inicio del Colector

Después de encender el colector presionamos la tecla “**STAKE**” como se muestra en la siguiente imagen:

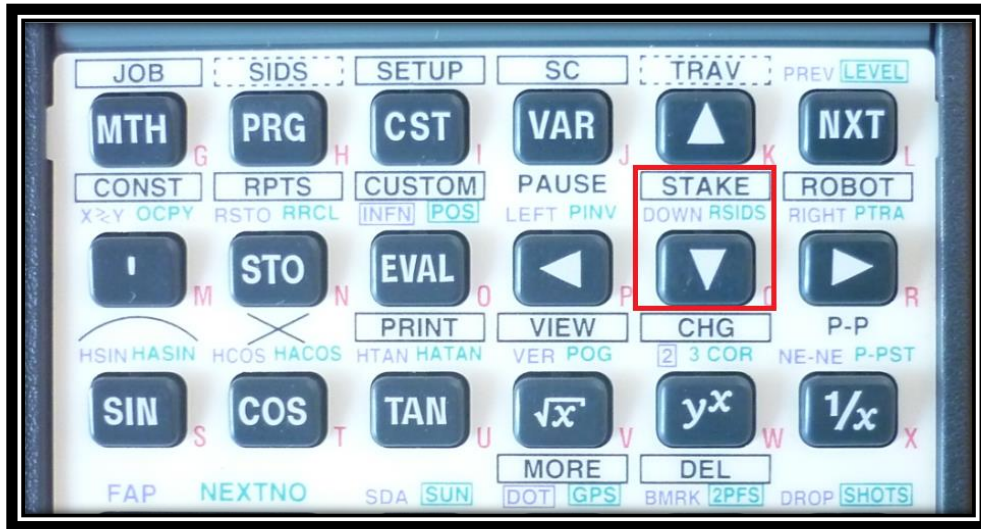


Figura 5.28 Selección de STAKE

Al presionar STAKE nos muestra el Colector la siguiente pantalla:

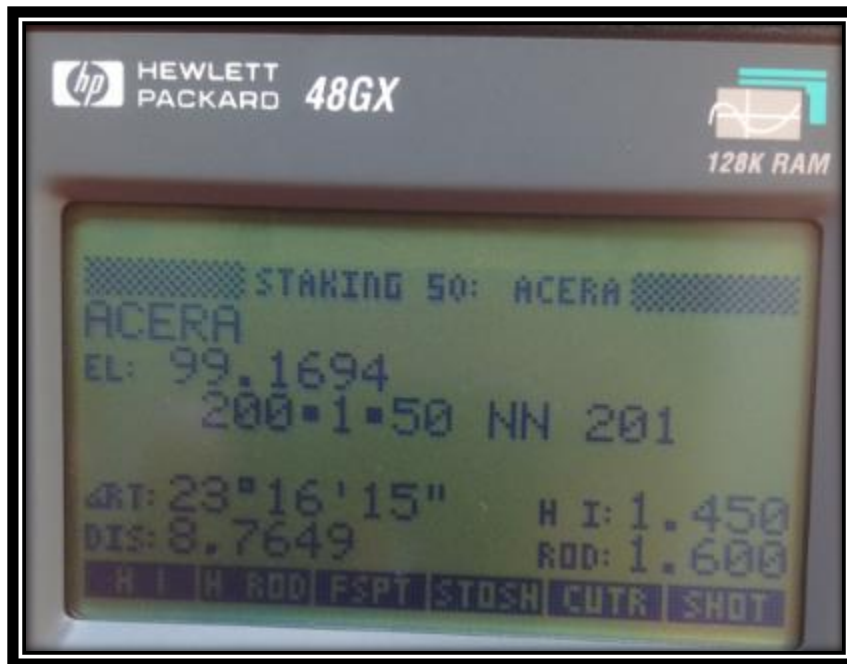


Figura 5.29 Pantalla de la tecla STAKE

Una vez estamos en la pantalla que se muestra en la imagen anterior presionamos la tecla suave “C” para seleccionar “FSPT” como se muestra en la siguiente imagen:

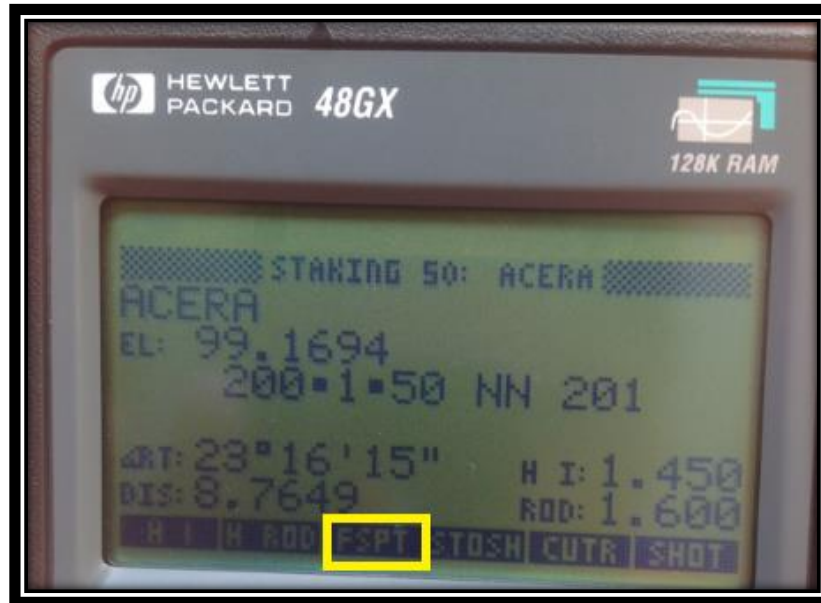


Figura 5.30 Selección de “FSPT”

Al seleccionar “FSPT” nos mostrará la siguiente pantalla:

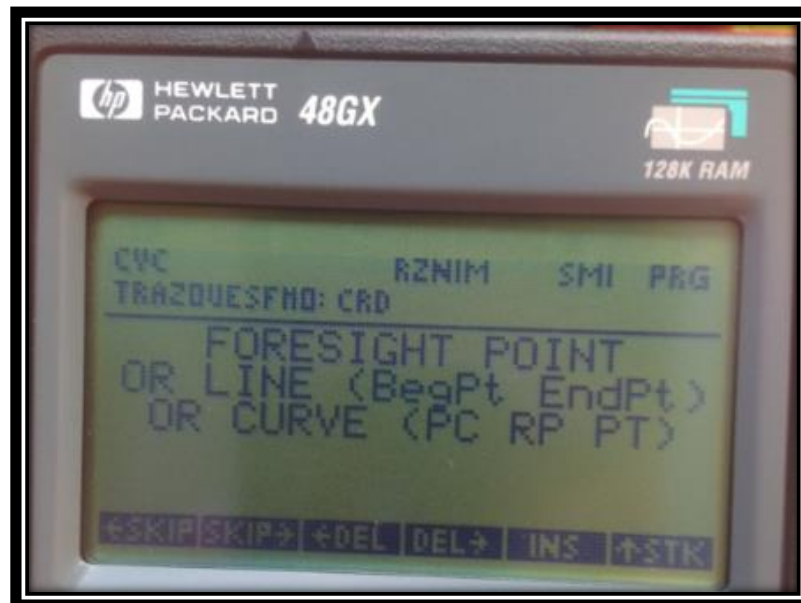


Figura 5.31 Pantalla donde digitamos el punto a trazar

Digitamos el número de punto a trazar como se muestra en la siguiente imagen:

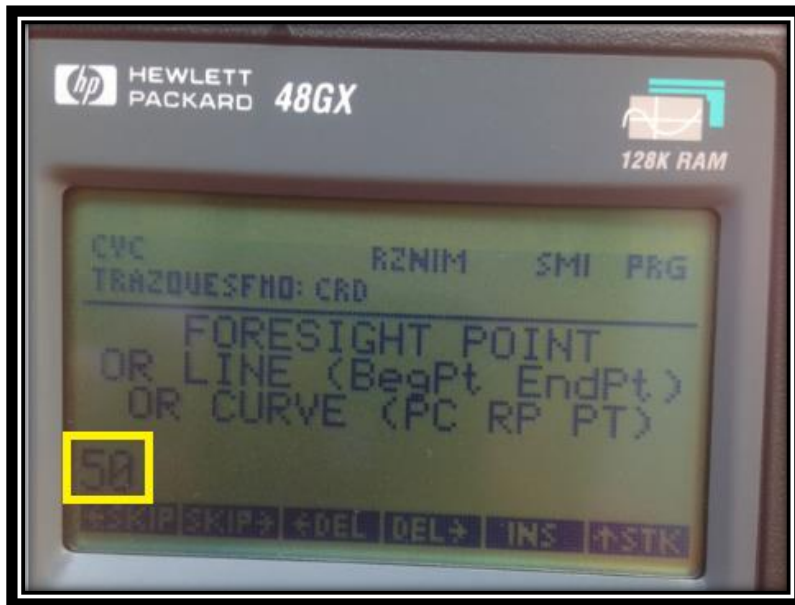


Figura 5.32 Digitando número de punto a trazar

Al digitar el número de punto a trazar presionamos “ENTER” como se muestra en la siguiente imagen:

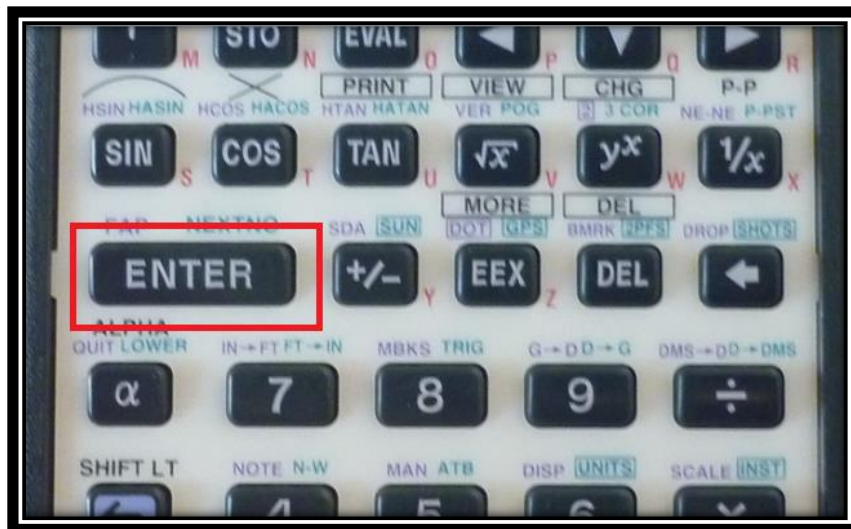


Figura 5.33 Presionando ENTER para aceptar el número de punto a trazar

Cuando presionamos “ENTER” el Colector nos mostrará la siguiente información en la pantalla:

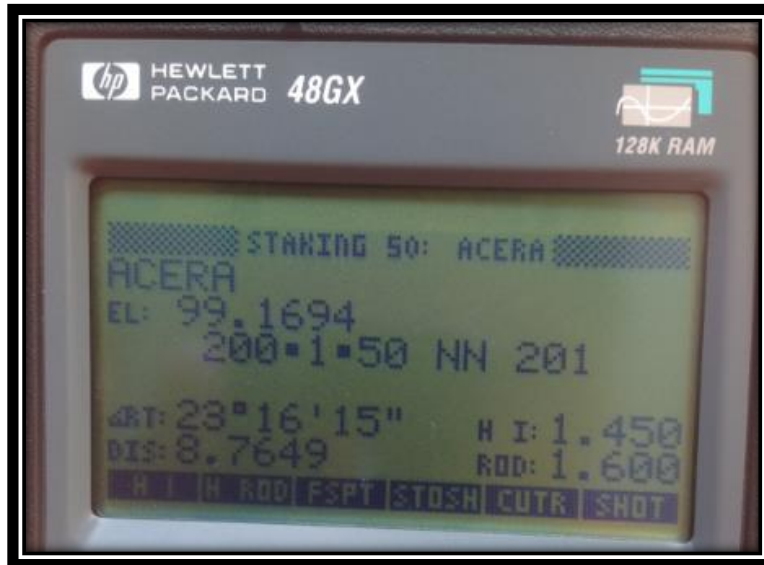


Figura 5.34 Pantalla de inicio de trazo

En la pantalla anterior lo que nos muestra el colector es qué número de punto trazaremos, qué elevación tendrá ese punto, la descripción del número de punto, a qué ángulo derecho se encuentra como también a qué distancia como se muestra en la siguiente imagen:

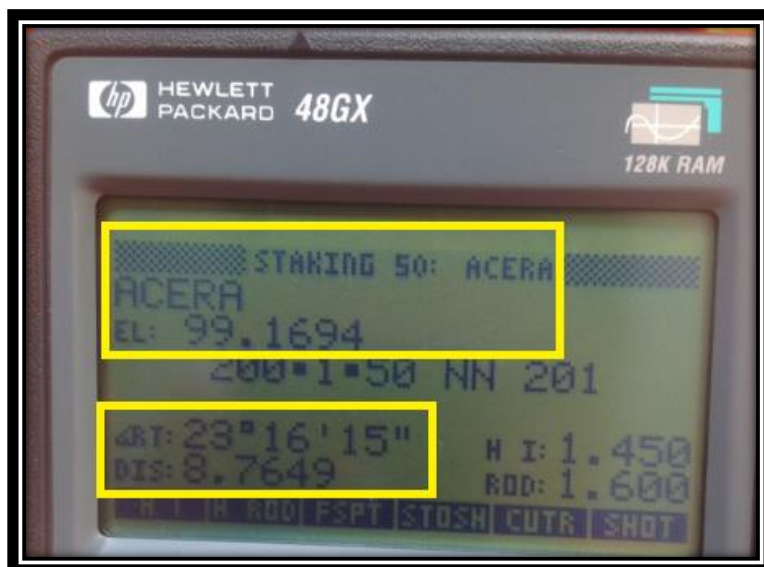


Figura 5.35 Información del punto a trazar

Cuando ya tenemos los datos del punto a trazar le decimos al cadenero que se aleje en esa línea aproximadamente la distancia que se nos muestra en la pantalla del Colector y realizamos el disparo y nos muestra la siguiente pantalla:

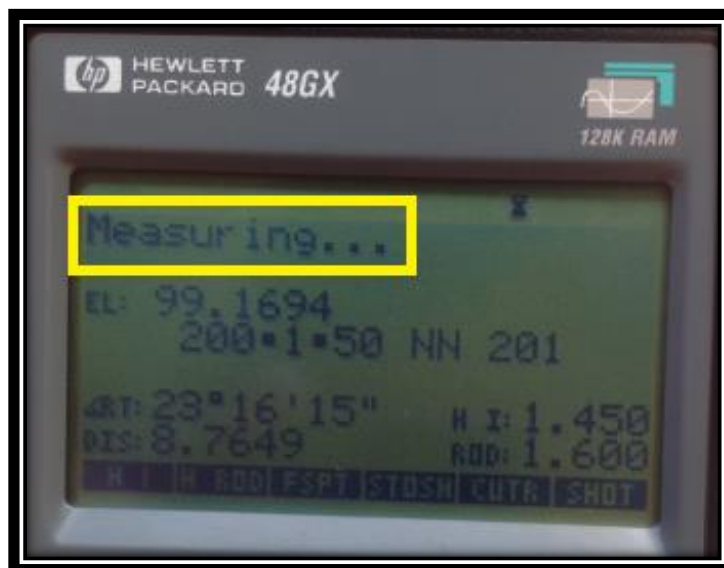


Figura 5.36 Pantalla del Colector midiendo la distancia a trazar

Una vez medida la distancia nos brinda la siguiente pantalla que se muestra en la figura:

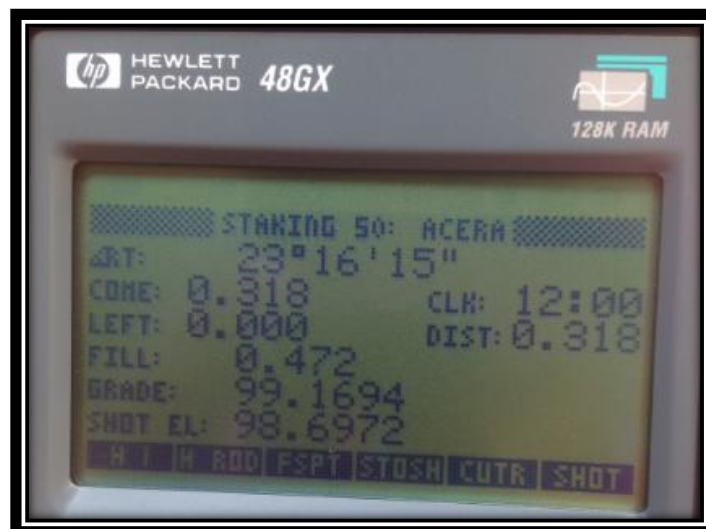


Figura 5.37 Información del disparo

En la figura anterior el Colector nos muestra la distancia que en esa línea debe de regresarse el cadenero también cuanto debe de cortar, no se tiene que desplazar ni a la izquierda ni a la derecha es decir está correcto en la línea de trazo:

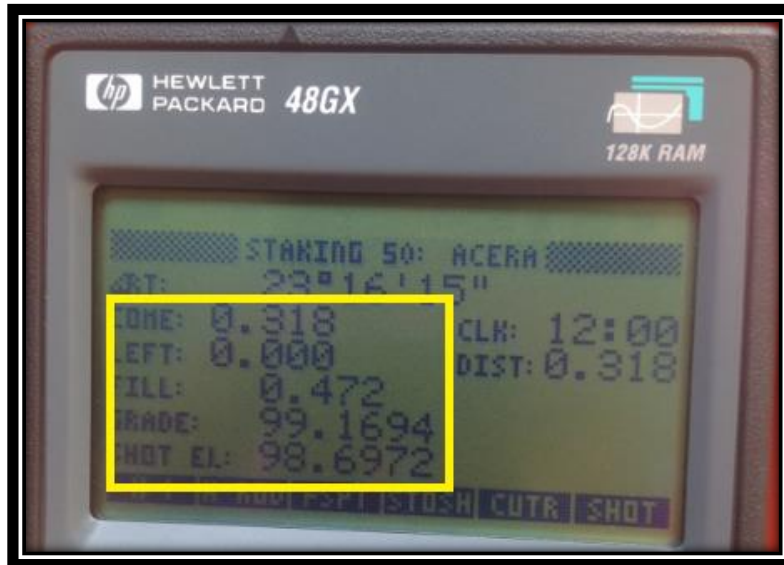


Figura 5.38 Datos del disparo realizado

Una vez estando de acuerdo con el punto se coloca una estaca y se pinta de determinado color y se anota cuanto será de corte o relleno como se muestra en la siguiente imagen:



Figura 5.39 Colocando estaca y anotación de corte

Posteriormente seleccionamos “FSPT” para trazar el punto que define el eje de la calle como se muestra en la siguiente imagen:



Figura 5.40 Presionando “FSPT” para trazar el siguiente punto

Al presionar “FSPT” y digitar el número de punto a trazarnos muestra la siguiente pantalla que se muestra en la figura:



Figura 5.41 Esperando que reciba la distancia el Colector

Una vez recibida la distancia el Colector nos muestra la siguiente información en la cual nos dice que el cadenero se tiene que alejar 6mm es decir que está casi en el lugar correcto:

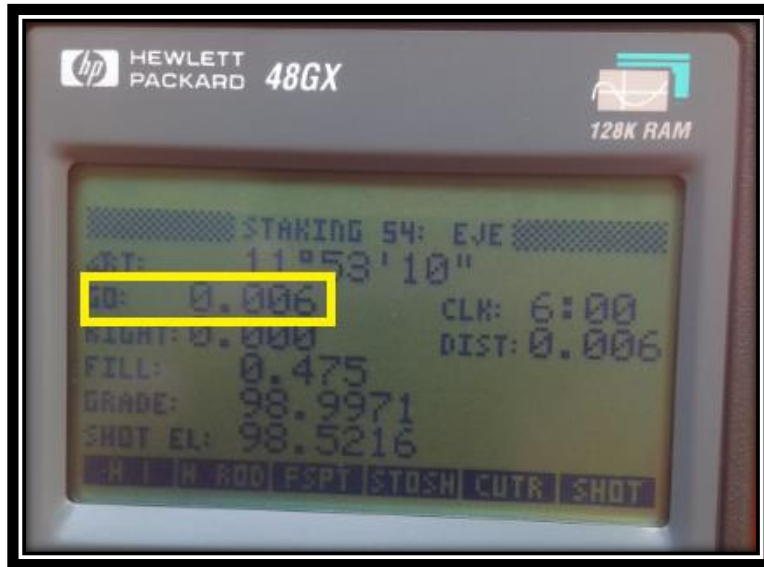


Figura 5.42 Información del punto del eje a trazar

Cuando ya se está seguro del punto se coloca una estaca de diferente color como se muestra en la figura:



Figura 5.43 Estaca del eje

Cuando ya se tiene trazada la sección nos tiene que quedar de la siguiente manera:



Figura 5.44 Línea de Estacas de la sección trazada

CAPITULO VI:

“CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES”

6.1 CONCLUSIONES

- Es necesario destacar el beneficio que la tecnología ha ofrecido a la educación, ya que ésta ha puesto al alcance de todos grandes cantidades de herramientas, no solo eso, ésta a su vez se actualiza constantemente lo que permite un seguimiento a los avances en cualquier área del conocimiento.
- De acuerdo con lo observado en campo y oficina, cada vez que se efectúe el conjunto de operaciones requeridas para medir una determinada magnitud de terreno, se obtendrá un número que solamente en forma aproximada representa la medida buscada. Por lo tanto, cada resultado de una medición está afectado por una incerteza.
- Con el levantamiento topográfico quedó de manifiesto, que no es la aplicación de un determinado sistema la que otorga mejores resultados o mayor precisión; sino que es la combinación o complementación de todos los sistemas o procedimientos que se han puesto a disposición durante la investigación, lo que da la mayor satisfacción en cuanto a reducción de errores, rapidez, eficacia y a resultados se refiere.
- Resulta importante el conocimiento de los tipos de coordenadas, las cuales se presentan en el Capítulo 3, ya que al momento de tomar algún punto de interés, se debe saber en qué unidades o qué tipo de coordenadas se utilizará, ya que esto depende del lugar o el territorio en que se encuentre.
- Mediante la utilización del GPS se contribuye a la ubicación de las parcelas para todas aquellas áreas que se relacionan con el Derecho; ya que el sistema del Centro Nacional de Registro (CNR) tiene controlada catastralmente la mayor parte del territorio Nacional.

- La Estación Total, El Colector, El GPS y El Programa AUTOCAD CIVIL 3D, son herramientas que facilitan el trabajo tanto en campo como en oficina, por lo cual es importante que las personas que están relacionadas con el área de Vías Terrestres deben interesarse en aprender a utilizar dichas herramientas para poder ser más competitivos.

- El tutorial escrito que se presenta en el trabajo desarrollado podrá servir para impartir cursos de AutoCAD Civil 3D como también cursos del Colector HP 48gx dentro y fuera de la Universidad de El Salvador.

- Al momento de diseñar cualquier obra civil, se debe tener presente todas las normas de diseño en las cuales se tiene que basar dicho diseño.

- Cuando se realice un trazo de una obra civil es necesario determinar qué tipo de equipo a utilizará ya que el trazo puede ser de diferente magnitud e importancia.

- Mediante el software de campo y de oficina es totalmente preciso el replanteo en campo de cualquier obra civil que se llevara a cabo.

- Con la aplicación del software de campo es decir la SMI CARD se realiza cualquier tipo de levantamiento Topográfico o Geodésico, previo a la configuración adecuada del mismo.

- Utilizar el GPS para referenciar un punto de interés; la realización de un levantamiento topográfico con el GPS es inadecuado, ya que éste instrumento no tiene tanta precisión como deseáramos, además que existen muchas circunstancias, como las condiciones climáticas, que nos impiden realizar ubicaciones de puntos con exactitud.

- Con la utilización concatenada u ordenada del software de campo (SMI CARD) se puede realizar levantamientos para posteriormente elaborar diseños hidráulicos.

6.2 RECOMENDACIONES

- Las personas interesadas en utilizar como guía el presente trabajo de graduación, deben tomarse el tiempo para leer el marco teórico que se presenta antes del desarrollo de cada uno los temas, para tener conocimientos básicos de topografía y así poder vincularse de una manera ordenada a los temas que se abordan en dicho trabajo y que no se tenga una sensación abrupta cuando se esté comenzando a leer.

- En la ejecución de los procesos que se presentaron en este documento, cada persona debe cumplir con una importante y destacada función, la cual desarrollará cada uno con gran motivación y responsabilidad. Este hecho es de vital trascendencia para obtener buenos resultados, y de seguro será de utilidad a futuro, tanto en otro trabajo que se requiera hacer.

- Hacer una mejor difusión de la información y que éste sea aplicado correctamente a una topografía tradicional, para proyectos de carreteras, urbanizaciones, y otras áreas afines a las vías terrestres e implementar cursos orientados sobre Nuevas tecnologías y sus aplicaciones ya que ésta enseñanza permitirá que los conocimientos básicos de vías terrestres se hagan más populares al utilizarla.

- Incorporar parte o toda, esta investigación en el desarrollo de las cátedras de Topografía I, Topografía II, Ingeniería de Carreteras, Diseño Asistido por computadora, Diseño de Urbanizaciones y todos aquellos cursos relacionados con vías terrestres.

- El estudiante o el profesional que decida poner en práctica los tutoriales que tiene el presente Trabajo de Graduación, debe tener el cuidado sobre todo al momento de realizar el diseño de una Carretera o Vía de Comunicación, ya que se deben utilizar los parámetros según sean las características particulares de cada caso, algunos de los cuales anexamos.

- Antes de realizar un levantamiento topográfico o un trazo, se debe analizar el tipo de colector y de estación total que se utilizará, revisar si el equipo cumple con las exigencias que requiere el trabajo a realizar y lo más importante si dicho equipo es compatible entre sí.

- Al momento de realizar un levantamiento topográfico, se debe tener muy en cuenta la finalidad de este, por ello es necesario leer el marco legislativo del contenido del plano a presentar en cualquier institución.

- Durante el curso de las materias de Topografía I, Topografía II e Ingeniería de Carreteras, el estudiante debe involucrarse en trabajos de campo, para poder interactuar con las herramientas que se dan a conocer en el presente Trabajo, y así poder llevar de manera simultánea la teoría y la práctica.

- Al realizar el trazo de cualquier obra civil es recomendable tener el equipo completamente preparado, la Estación Total, el Colector, herramientas que se utilizaran, ya que de no estar en perfecto funcionamiento puede perjudicar en el mismo.

- Cuando se estén colocando las estacas es necesario e imprescindible corroborar los puntos para verificar que no se haya movido la línea de la estaca como también ratificar el corte o relleno en cada una de ellas.

- Extender esta investigación al diseño, dibujo y trazo de Lotificaciones y Urbanizaciones con todos sus elementos usando la Estación Total Sokkia Set 50RX y el colector TDS RECON.

BIBLIOGRAFIA

Fuentes de consulta

- Paul R. Wolf – Charles D. Ghilani. Topografía. 11a Edición en Español, México D.F. Alfaomega, 2009. 952 págs.
- Russel C. Brinker-Paul R. Wolf. Topografía Moderna. Sexta Edición, Harla, 1982. 529 págs.
- Ing. Fernando García Márquez. Curso Básico de Topografía. Primera Edición, Editorial Concepto, S.A. 1981. Págs 306.
- Austin Barry, F.S.C. Topografía Aplicada a la Construcción. Séptima Reimpresión de la Segunda Edición, Editorial Limusa S.A. de C.V. 1996 págs 329.
- Miguel Montes de Oca. Topografía. Cuarta Edición, México D.F. Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A , 1962. Págs. 343.
- Raymond E. Davis – Francis S. Foote y Joe W. Kelly. Tercera Edición en Español, España, S.A. de Ediciones, 1979. Págs. 967.
- J. López Fernández y J. A. Tajadura Zapirain. AutoCAD 2005 Avanzado. España. Editorial Mc Graw Hill. 2005 Págs 707.
- Apuntes de Clases de la Asignatura de Topografía II e Ingeniería de Carreteras de la Universidad de El Salvador, San Salvador.
- Manual de la SMI Versión 7 User Guide.
- Manual de la Estación Total Nikon DTM 330.

- Manual del Software Sokkia IO Utility.
- Manual de la Estación Total Topcon GTS 3B.
- Documentales de Geodesia de El Salvador, Instituto Geográfico del Catastro Nacional.
- Raúl Ángel Gómez Moreno. Guía de Proyecciones Cartográficas. Aguascalientes. Junio del 2002
- Manual de AutoCAD Civil 3D 2012
- Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras.
- Ing. Sergio Junior Navarro Hudiel. Manual de Topografía – Planimetría. 2008.

Consultas en Internet:

- <http://www.youtube.com/watch?v=3WxW8DE7Tnw>
- <http://www.youtube.com/watch?v=3WxW8DE7Tnw>
- <http://www.youtube.com/watch?v=3WxW8DE7Tnw>
- <http://www.youtube.com/watch?v=3WxW8DE7Tnw>
- <http://www.youtube.com/watch?v=3WxW8DE7Tnw>
- <http://www.youtube.com/watch?v=3WxW8DE7Tnw>
- <http://www.youtube.com/watch?v=3WxW8DE7Tnw>
- <http://www.youtube.com/watch?v=3WxW8DE7Tnw>
- <http://www.youtube.com/watch?v=3WxW8DE7Tnw>
- <http://www.youtube.com/watch?v=3WxW8DE7Tnw>
- <http://www.youtube.com/watch?v=3WxW8DE7Tnw>
- <http://www.youtube.com/watch?v=3WxW8DE7Tnw>

- <http://www.youtube.com/watch?v=3WxW8DE7Tnw>
- <http://www.youtube.com/watch?v=3WxW8DE7Tnw>
- <http://www.youtube.com/watch?v=3WxW8DE7Tnw>
- <http://www.buenastareas.com/ensayos/Criterios-Para-Establecer-Lineamientos-Verticales-y/1429755.html>
- <http://www.youtube.com/watch?v=3WxW8DE7Tnw>
- <http://es.scribd.com/doc/85222863/Manual-Civil-3d-Quioch-Ingenieros>
- [http://www.sirgas.org/fileadmin/docs/Boletines/Bol09/09_Amaya_ElSalvador.p
df](http://www.sirgas.org/fileadmin/docs/Boletines/Bol09/09_Amaya_ElSalvador.pdf)
- <http://ocw.utpl.edu.ec/ingenieria-civil/topografia-aplicada/unidad-3-replanteo-y-calculo-de-volumenes.pdf>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Proyecci%C3%B3n_cartogr%C3%A1fica
- http://www.asifunciona.com/electronica/af_gps/af_gps_13.html

ANEXOS

ANEXO A. MANUAL DE LA SMI CARD CVCE

Para realizar un mejor aprendizaje y comprensión acerca de la tarjeta SMI CARD CVCE se deben de manejar algunos conceptos que en el manual están explicados detalladamente tales como:

clave	función
Teclas	Estas teclas se denominan suaves porque sus funciones (y Etiquetas) de cambio, según el menú seleccionado. Las teclas programables se representan en este manual como letras blancas sobre un fondo negro y rectangular.
Activar Claves	Una palanca es una clave cuya función cambia cada vez que lo presione. Cualquier tecla de función en la pantalla que tiene una plaza después de que es un interruptor.
Teclas Duro	Disco Duro funciones clave son impresos en cada tecla. Las funciones de las teclas asignadas se identifican por medio del SMI de superposición de agrimensura que vino con su SMI programa tarjeta. Disco Duro teclas están representados en este manual como letras negras sobre un fondo gris y rectangular.

TECLAS DEL INSTRUMENTO DEL MENÚ SOFT

Opción	Función
KERN	Esta clave trabaja con el Kern E1.
3820	Esta clave trabaja con la HP3820.
LASER	Esta clave trabaja con el telémetro láser Atlanta que no requieren un prisma.
CRIT	Esta clave trabaja con Telémetro el criterio que no requiere un prisma.
LLQ	Esta clave trabaja con Allensborne Associates, Inc. Los receptores GPS. Sólo disponible en GPS/ tarjetas robótico.

Para una descripción más completa de la HP 48, le recomendamos que lea HP48 manual de usuario en particular los primeros capítulos.

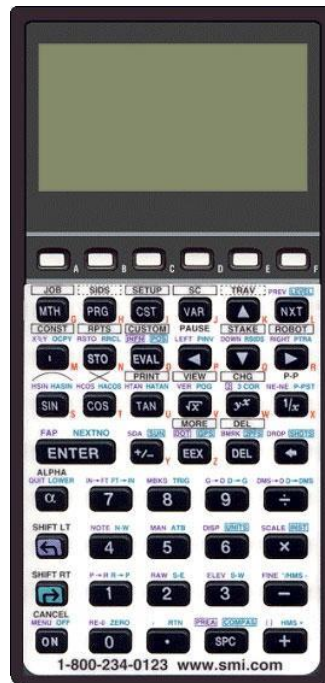
El HP 48 es una herramienta poderosa, porque es una calculadora y un ordenador en una tarjeta. En este capítulo, se le hará una breve descripción de cómo el HP 48 obra.

Si ya está familiarizado con el HP48, es posible que desee saltar a llegar a introducción, que comienza en la página 17 de este manual, para una introducción a los poderosos de SMI topografía de Software.

EL DISEÑO DE HP 48


El HP 48 se divide en 4 secciones:

- El área de estado
- La pila
- La línea de comandos
- El teclado



ANUNCIADORES

Estas muestran el estado de la calculadora. Los mensajes de estado incluyen símbolos que indican el estado:

Anunciador	Estado
	Desplazamiento a la derecha (o desviación a la izquierda) Está activo.
α	El teclado alfanumérico está activa (sólo se puede escribir letras y Otros personajes).
CVC	El tipo de SMI que está utilizando el software (es variable, dependiendo de la topografía de tarjeta que está utilizando).
((•))	Alerta (p .ej .batería, bajo),un mensaje en el área de estado Debe aparecer para decirle la causa de la alerta.
X	Ocupado(no está listo para procesarla entrada de nuevo, pero la HP48 puede Recuerdo hasta 15 pulsaciones de teclado y procesar cuando gratis).
	La transmisión de datos a un dispositivo externo.
SMI	Las asignaciones por defecto SMI clave están activos.
USUARIO	Las asignaciones teclas de los usuarios son activos. Ver el modo de usuario en la página 33 para más información.
RZNIM	Las banderas de los usuario sindicados se establecen. Vea lo que están viendo en la pantalla en la página 31 para más información.
{HOME} o Trabajo 1: CRD	La ruta del directorio actual-cuando se enciende el HP48 por primera vez, la ruta del director io actual es INICIO. CuandounprogramadeSMIseejecutaenelHP48,elvalorpor defecto Directorio Trabajo 1. El CRD indica que el trabajo es en el

Otros mensajes que le informa cuando ha ocurrido un error, le pide que introduzca los datos, o proporcionar más información para ayudarlo a utilizar el HP 48 con más eficacia.

LAPILADE

El HP 48 realiza un seguimiento de la información por "acumulación" en la memoria interna de la calculadora. La pila es en realidad una serie de lugares utiliza dos por el HP48 para el almacenamiento de la memoria de los otros "objetos" (incluyendo las cartas, las ecuaciones, e incluso programas). Estos lugares se llaman "niveles", y se numeran secuencialmente: 1, 2, 3, y así sucesivamente.





El número de niveles cambia de acuerdo con la cantidad de objetos se almacenan en la pila. Poner números o personajes de la pila simplemente tecleando en y luego presionando **ENTER** A medida que introduce nuevos números u otros objetos en la pila, la pila se expande para adaptarse a ellos, los nuevos datos se mueve a nivel 1 y los datos más antiguos se "chocó" a niveles más altos.

























A la inversa, como se utiliza datos de la pila, el número de niveles disminuye a medida que los datos se mueven hacia abajo a los niveles inferiores. La pila es "infinita" de tamaño, es decir, el número de objetos que puede almacenar sólo está limitado por el tamaño de la memoria de su HP48. Sin embargo, la pantalla sólo es capaz de mostrar un total de cuatro niveles. Cualquier adicional los niveles se mantienen en la memoria, pero no se muestra.



















DEFINICIONES CLAVE

clave	función
Teclas	Estas teclas se denominan suaves porque sus funciones (y etiquetas) de cambio, según el menú seleccionado. Las teclas programables se representan en este manual como letras blancas sobre un fondo negro y rectangular.
Las teclas de conmutación	Una palanca es una clave cuya función cambia cada vez que lo Presione. Cualquier tecla de función en la pantalla que tiene una plaza después de que es un interruptor.
teclas físicas	Tecla fija de las teclas están impresas en cada llave misma. Las Funciones de estas teclas asignadas son identificadas por la superposición de los levantamientos SMI que se incluye con la tarjeta de programa de SMI. Teclas con fuerza en este manual como letras en negro sobre un fondo gris, rectangular.
claves Primarias	Funciones principales (o teclas) se observó directamente por Encima de cada tecla en la plantilla del SMI. Las claves principales son En este manual, como letras en negro sobre un fondo blanco, rectangular.






















ATAJOS DE SUPERVISION

ATAJO	FUNCIÓN
	Empleo del menú
	Comando de menú (cambiar)
	Registros menú
	Comando disparos Secundarios: Si el instrumento bandera está establecida en On, la grabación de un lado un disparo de un instrumento; si la bandera está en la posición Off, puede ingresar un lado un disparo utilizando el menú lateral Disparo

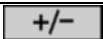



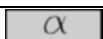






















	Tiro Lateral (manual)
	menú de configuración
	Posicionamiento del menú
	Instrumento menú (personalizado)
	Tienda de coordenadas
	Traverse -Repetir
	Lado shot-repita
	Traverse comando: Si el instrumento bandera está establecida en On, la grabación de un lado un disparo de un instrumento; si la bandera está en la posición Off, puede ingresar a un lado un disparo utilizando el menú lateral Disparo
	Traverse (manual)
	Suba instrumento (robótica) o TraverseMAN2.
	Siguiente página del menú
	Niveles
	Página del menú anterior
	De construcción de cinco menús (CVC +)
 OCPY	Ocupar Punto
	Intercambiar: Intercambia el contenido de una pila y pila de dos
	Regístrate función de Recuperación
	Registrarse función de almacenamiento
	
	menú personalizado
	Instrumento menú de posicionamiento
	Funciones de menú de instrumentos
	Interrumpir: Detiene la función actual robótica (de búsqueda, a su vez, etc) (DCRE +)
	Inversa al punto























	Gire a la izquierda del instrumento (DCRE +)
STAKE	Estaca de menú
	Tiro Lateral (tiempo real) (DCRE +)
	Encienda el instrumento hacia abajo (Robótica) (DCRE +)
ROBOT	Menú de servo (servo habilitados para instrumentos) (DCRE +)
	Punto de Traverse
	Gire a la derecha del instrumento (DCRE +)
∩	Curvas del menú horizontal
	HMS ASIN
	HMS SIN
HSIN	Intersecciones del menú
	HMS ACOS
	HMS COS
PRINT	menú Imprimir
	HMS ATAN
	HMS TAN
VIEW	En el menú Ver
	Punto en el Grado (DOT)
	Versión de software del SMI
CHG	Cambiar el menú Configuración
	Tres tiro de esquina (DOT)
	Dos de esquina disparo (DOT)
P - P	Inversa desde el punto de
	Copia de punto a punto los resultados en la pila en vez de informar
	Inversa entre los valores Norte y Este de la pila
ENTER	el botón Enter
	Establecer el siguiente número
	En primer punto disponible
+/-	En la actualidad no se asignan





















	Sunshot menú
	Distancia por separado y en ángulo (DCE +)
	Más del menú
	GPS menú (DCRE +)
	DOT-habilitados comandos (Cambiar) (DOT)
	eliminar del menú
	Estación libre - Dos Puntos (ACE +)
	Objetivo de referencia: Trae la elevación observada en el
	Eliminar: Elimina algunos o todos los contenidos de la línea actual en la pila
 	Vacunas menú (ACE +)
	Cae el primer valor de la pila
	Alfa para ajustar el modo Alfa
	Minúsculas en el modo Alpha
	Salga del programa de SMI
	Convertir de pies a pies y pulgadas
	Convertir a pies y pulgadas a pies
	Trigonometría nivelación
	La media de referencia (DCE +)
	Convertir de grados a Grados centesimales
	Convertir de Grados centesimales a grados
	Convertir de grados decimales a grados, minutos y
	Convertir de grados, minutos y segundos a grados decimales (DD.MMSS a DD.dddd)
	Noroeste de rodamiento
	Activar o desactivar la bandera de notas (N)
	Teniendo Acimut a la conversión
 	Activar para establecer el indicador para el modo de instrumento o el modo manual (I)
	Unidades: Proporciona acceso a la aplicación de HP y el menú (DOT)






















	Alternar entre los modos de visualización de ángulo (DOT)
	Instrumento de menú
	Factor de escala para el trabajo
	Convertir de rectangular a polar
	Convertir de Polar a Rectangular
	Sur-Oriental del cojinete
	Activar o desactivar la bandera de registro de observaciones en bruto (R)
	Sur-Oeste del cojinete
	Activar o desactivar la bandera de registro de elevaciones
	Restar dos números de la pila con los grados, minutos y segundos formato
	Instrumento fino y grueso modos (Cambiar)
CANCEL	El mandato actual y cancela
	Off
	Cambia la pantalla muestra el comando de menú
	Los ceros del instrumento del recopilador de datos
	Referencia y establecer cero otra vez (robótica) (DCRE +)
	Volver botón: Permite el texto introducido para continuar en la línea siguiente
	Código con una nota
	Brújula menú de Regla
	área predeterminada
	Suma dos números en la pila con los grados, minutos y segundos formato
	Lugares función de u operando dentro de llaves en la pila

ATAJOS DE SUPERPOSICIÓN POR ORDEN ALFABÉTICO

Función	Acceso directo
En la actualidad no se asignan	
Dos esquinas disparo (DOT)	
Tres Esquina disparo (DOT)	
Suma dos números en la pila con los grados, minutos y segundos formato	
Alpha para ajustar el modo Alfa	
Registros menú	
Teniendo Acimut a la conversión	
Referencia y establecer cero otra vez(robotica)(DCRE+)	
Objetivo de referencia: Trae la elevación observada en el punto ocupado (ACE+)	
Cambiar el menú Configuración	
Código con una nota	
Comando de menú (cambiar)	
Brújula menú de Regla	
De construcción de cinco menús (CVC +)	
Convertir de grados decimales a grados, minutos y segundos	
Convertir de grados a Grados centesimales	
Convertir de grados, minutos y segundos a grados decimales	
Convertir a pies y pulgadas a pies	
Convertir de pies a pies y pulgadas	
Convertir de Grados centesimales a grados	
Convertir desde zonas polares a rectangulares	
Convertir de rectangular a polar	
Copia de punto a punto los resultados en la pila en vez de informar	
Menú personalizado	
Eliminar del menú	
Eliminar: Elimina algunos o todos los contenidos de la línea actual en la pila	
DOT habilitados comandos (Cambiar) (DOT)	

Cae el primer valor de la pila	
El botón Enter	ENTER
Salga del programa de SMI	
En primer punto disponible	
Estación libre - Dos Puntos (ACE +)	
GPS menú (DCRE +)	GPS
HMS ACOS	
HMS ASIN	
HMS ATAN	
HMS COS	
HMS SIN	
HMS TAN	
Curvas del menú horizontal	,
Instrumento fino y grueso modos (Cambiar)	
Funciones de menú de instrumentos	
Instrumento de menú	
Instrumento menú (personalizado)	
Instrumento menú de posicionamiento	
Interrumpir: Detiene la función actual robótica (de búsqueda, a su vez, etc) (DCRE +)	Pause
Intersecciones del menú	
Inversa entre los valores Norte y Este de la pila	
Inversa desde el punto de	P - P
Inversa al punto	
Empleo del menú	JOB
Niveles	
Minúsculas en el modo de ALPHA	
La media de referencia (DCE +)	
Más del menú	MORE
Siguiente página del menú	NXT
Noroeste Bearing	
Ocupar Punto	

Off	
El mandato actual y cancela	CANCEL
Lugares función de u operando dentro de llaves en la pila	
Punto en el Grado (DOT)	
Punto de Traverse	
Posicionamiento del menú	
Área predeterminada	
Página del menú anterior	
Menú Imprimir	PRINT
Puntos del menú aleatorio	RPTS
Registrarse función Recall	
Registrarse función de almacenamiento	
Volver botón: Permite el texto introducido para continuar en la línea siguiente	
Factor de escala para el trabajo	
Distancia por separado y en ángulo (DCE +)	
Menú de servo (servo habilitados para instrumentos) (DCRE)	ROBOT
Establecer el siguiente número	
Menú de configuración	SETUP
Vacunas menú (ACE +)	
SideShot - Repetir	
SideShot (manual)	
SideShot (tiempo real) (DCRE +)	
Side Shot (tiempo real) o MAN2 Side Shot	
Comando SideShot: Si el indicador del instrumento está en posición Activar, tome una foto lateral de un instrumento, si la bandera se pone en marcha, puede introducir un tiro lateral utilizando el menú SideShot	SIDS
Sudeste Teniendo	
Sur-Oeste de rodamientos	
Estaca de menú	STAKE
Tienda de coordenadas	SC

Restar dos números de la pila con los grados, minutos y segundos	
Sunshot menú	
Intercambiar: Intercambia el contenido de una pila y pila de dos	
Alternar entre los modos de visualización de ángulo (DOT)	
Activar o desactivar la bandera de notas (N)	
Activar o desactivar la bandera de registro de las elevaciones	
Activar o desactivar la bandera de registro de observaciones	
Activar para establecer el indicador para el modo de instrumento o el modo manual (I)	
Cambia la pantalla muestra el comando de menú	
Traverse (manual)	
Traverse - Repetir	
Comando de Traverse: Si el indicador de instrumento se encuentra encendido, tome una foto lateral de un instrumento, si la bandera se pone en marcha, puede introducir un tiro lateral utilizando el menú SideShot	
Trignivelación	
Encienda el instrumento hacia abajo (robótica) (DCRE +)	
Gire a la izquierda del instrumento (DCRE +)	
Gire a la derecha del instrumento (DCRE +)	
Suba instrumento (robótica) o Traverse MAN2	
Unidades: Proporciona acceso a la aplicación de HP y el menú (DOT)	
Versión de software del SMI	
En el menú Ver	
Los ceros del instrumento del recopilador de datos	

ANEXO B. MANUAL DE LA ESTACIÓN TOTAL NIKON DTM 330

Para poder hacer un buen manejo de la Estación es conveniente leer parte del manual por lo menos los primeros capítulos:

WARNING AND CAUTION Read This Section Before Use!



WARNING

- Never see the sun through the telescope. Doing so may cause the loss of your eyesight.
- The DTM-350/330 does not feature explosion-protected construction. Do not use in coal mines, in areas contaminated with coal dust, or near other flammable substances.
- Never disassemble, modify or repair the instrument. Doing so may cause fire, electric shock or burn.
- Use only the specified charger Q-75U/E for charging the battery pack BC-65. Charging by the other types of chargers than specified may cause fire or rupture. (BC-65 can not be charged by using the charger Q-7U/E or Q7C.)
- While recharging the battery pack, do not cover the charger with any blanket or clothing which can cause overheating. Make sure the charger is able to dissipate heat adequately. Especially, do not block its air holes while recharging. If so, the gas will remain in the battery pack and may cause rupture.

WARNING AND CAUTION Read This Section Before Use!



WARNING

- Never see the sun through the telescope. Doing so may cause the loss of your eyesight.
- The DTM-350/330 does not feature explosion-protected construction. Do not use in coal mines, in areas contaminated with coal dust, or near other flammable substances.
- Never disassemble, modify or repair the instrument. Doing so may cause fire, electric shock or burn.
- Use only the specified charger Q-75U/E for charging the battery pack BC-65. Charging by the other types of chargers than specified may cause fire or rupture. (BC-65 can not be charged by using the charger Q-7U/E or Q7C.)
- While recharging the battery pack, do not cover the charger with any blanket or clothing which can cause overheating. Make sure the charger is able to dissipate heat adequately. Especially, do not block its air holes while recharging. If so, the gas will remain in the battery pack and may cause rupture.

WARNING AND CAUTION Read This Section Before Use!



CAUTION

- The top of the tripod ferrule is very sharp and may injure your body. Be careful in handling or carrying the tripod.
- Check the shoulder strap and its clasp before carrying the tripod or the instrument encased in the carrying case. Damaged strap or imperfect clasping may cause an accident of falling.
- Before setting up the tripod, check below to make sure no one's hands or feet are in the way. Failure to do so may result in injury if hands or feet should be pierced by the legs of the tripod.
- Fasten firmly the thumb screws of the tripod legs after mounting the instrument on the tripod. If not, the tripod may collapse, resulting in injury or instrument damage.
- Be sure to fasten the clamp screw on the tripod securely after installing the instrument on the tripod. Failure to do this may cause the instrument to fall, resulting in injury or instrument damage.

- Do not stack up the plastic carrying case and do not use it as a stool. Plastic carrying case is slippery and unstable. Doing things like this may cause an accident and result in personal injury or instrument damage.
- Do not swing or throw the plumb bob. It may hit and injure the other person.
- Be sure to read the instructions of Quick Charger Q-75U/E before starting charging operation.

5. SPECIFICATIONS

5-1 Main Body

■ **Telescope**

Tube length:	152mm/5.98in.
Magnification:	28X
Effective diameter of objective:	38mm/1.50in. (EDM: 40mm/1.57in.)
Image:	Erect
Field of view:	1°34' (2.7m at 100m/2.7ft. at 100ft.)
Resolving power:	3.5"
Focusing distance:	1.2m/47.2in. to ∞
Focusing method:	Anallactic focusing

■ **Angle measurement**

Reading system:	Photoelectric incremental encoder (Diametrical detection for H/V circles)
Circle diameter (reading):	88mm/3.46in. (79mm/3.11in.)
Minimum display increment	
360°:	1"/5"
400G:	0.2mgon/1mgon
MIL6400:	0.005MIL/0.02MIL
DIN18723 accuracy:	5"/1.5mgon

■ **Dual-axis tilt sensor (DTM-330: Single axis)**

Method:	Liquid-electric detection
Compensation range:	±3'

■ **EDM**

Distance range with Nikon prisms

Under normal atmospheric conditions (ordinary haze with visibility about 20km/12.5miles)

With single prism:	1,200m/3,900ft.
With triple prism:	1,600m/5,300ft.

Under good atmospheric conditions (no haze with visibility over 40km/25miles)

With single prism:	1,500m/4,900ft.
With triple prism:	2,100m/6,900ft.

5 SPECIFICATION

- **Precision**

MSR mode: $\pm(3 + 2\text{ppm} \times D)$ mm m.s.e. (-10°C to +40°C)
 $\pm(3 + 3\text{ppm} \times D)$ mm m.s.e.
(-20°C to -10°C, +40°C to +50°C)

TRK mode: $\pm(10 + 5\text{ppm} \times D)$ mm
(within 500m/1600ft.)
- **Measurement intervals**

MSR mode: 1.6sec. (initial; 2.6sec.)
TRK mode: 1.0sec. (initial; 2.0sec.)
Least count: MSR mode 1mm/0.002ft.
TRK mode 10mm/0.02ft.

Temperature compensation range: -40°C to +55°C/-40°F to +131°F

Barometric pressure compensation range: (hPa) 533 to 1,332hPa (1hPa step)
(mmHg) 400 to 999mmHg (1mmHg step)
(in.Hg) 15.8in Hg to 39.3in Hg
(0.1in Hg step)

Prism offset correction: -999 to +999mm (1mm step)
- **Clamps/tangent screws:** Coaxial tangent/Clamp knobs
Range: $\pm 3.5^\circ$
- **Tribrach:** Detachable
- **Level vial sensitivity**

Plate level vial: 30"/2mm
Circular level vial: 10"/2mm
- **Optical plummet**

Image: Erect
Magnification: 3X
Field of view: 5°
Focusing range: 0.5m to ∞ /1.6ft to ∞
- **Display/key**

Type: 16 character x 4 line, dot matrix LCD with
backlight illumination with 17 keys

■ **Connections in the base of instrument**

Communications: Type RS-232C
Baud 38400 Max. ASYNC
⚠ External power supply: Input voltage DC 7.2 to 11V

■ **Battery pack BC-65**

Output voltage: DC 7.2V, rechargeable
Continuous operation time: About 16hours
(For angle/distance measurements at 25°C of normal temperature)
(Note that this operation time differs depending on the deterioration of battery.)

■ **Environmental performance**

Operating temperature range: -20°C to +50°C/-4°F to +122°F
Storage temperature range: -25°C to +60°C/-13°F to +140°F

■ **Dimensions**

Main unit: 168 (W) x 173 (D) x 335 (H)mm
Carrying case: 435 x 280 x 218mm

■ **Weight**

Main unit: Approx. 4.7kg/10.36lbs.
Battery BC-65: Approx. 0.4kg/0.88lbs.
Quick charger Q-75U/E: 0.45kg/0.99lbs.
Carrying case: Approx. 2.5kg/5.51lbs.


5-2 Standard Components

DTM-350/330 main body:	1
Battery pack BC-65:	1
Quick charger Q-75U or Q-75E:	1
Tool set:	1
Objective lens cap:	1
Vinyl cover:	1
Instruction manual:	1
Carrying case:	1
Shoulder strap:	1

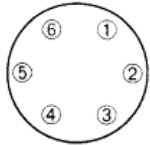
5-3 External Device Connection Connector

This connector is used commonly as a power source connector and a communication connector with an external device.

Confirm the specifications below and observe the cautions on the next page.

	Input voltage:	DC7.2 – 11V
	System:	RS-232C, Asynchronous
	Signal level:	±9V Standard
	Rate:	38400bps Max.
	Compatible male connector:	Hirose HR10A-7P-6P or Hirose HR10-7P-6P

Hirose HR 10A-7R-6S



- ① RxD: Reception data (Input)
- ② TxD: Send data (Output)
- ③ +
- ⑤ -
- ④, ⑥: No connection

7. COMMUNICATIONS

7-1 Upload Coordinate Data

1) Settings

Transmit Speed and other conditions can be set in MENU/3:Sett/6:Comm. (See p.3-92 for detail.)

>Ext. Comm:	NIKON
Baud	: 4800
Length	: 8
Parity	: NONE ↓

>Stop bit:	1
------------	---

2) Contents of uploading data and order

PT	,	X	,	Y	,	Z	,	Code
----	---	---	---	---	---	---	---	------

PT		X		Y		Z		Code
----	--	---	--	---	--	---	--	------

PT	,	X	,	Y	,	Z
----	---	---	---	---	---	---

PT		X		Y		Z
----	--	---	--	---	--	---

PT	,	X	,	Y	,	,	Code
----	---	---	---	---	---	---	------

PT		X		Y		Code
----	--	---	--	---	--	------

PT	,	X	,	Y	,	,
----	---	---	---	---	---	---

PT	,	X	,	Y	,
----	---	---	---	---	---

PT	,	,	,	Z	,	Code
----	---	---	---	---	---	------

PT	,	,	,	Z
----	---	---	---	---

PT Point number: max 12 digits

X coordinate: Actual

Y coordinate: Actual

Z coordinate: Actual

• Decimal point in the unit of meter (or foot), variable length

CD Feature code: max 12 characters

3) Data Example

20100,6606.165,1639.383,30.762,RKBSS
20104,1165611.6800,116401.4200,00032.8080
20105 5967.677 1102.343 34.353 MANHOLE
20106 4567.889 2340.665 33.444 PT1
20107 5967.677 1102.343 34.353
20109,4657.778,2335.667,,PT2
20111,4657.778,2335.667
20113 4657.778 2335.667
20115,,,34.353,MANHOLE
20117,,,33.444

7-2 Uploading Code List

1) Settings

Transmit Speed and other conditions can be set in MENU/3:Sett/6:Comm.
(See p.3-92 for detail.)

```
>Ext,Comm:NIKON
Baud      :19200
Length    :8
Parity    :NONE
```

```
>Stop bit:1
```

2) Contents of Code List file and order

```

DEFAULT
{
  String1 , Code1
  Layer2
  {
    String2-1, Code2-1
    String2-2, Code2-2
    String2-3, Code2-3
  }
  Layer3
  {
    Layer 3-1
    {
      String3-1-1, Code3-1-1
      String3-1-2, Code3-1-2
    }
    String3-2, Code3-2
    String3-3, Code3-3
    String3-4, Code3-4
    String3-5, Code3-5
  }
  String4, Code4
  String5, Code5
  String6, Code6
  String7, Code7
}

```

#1: The title of the file is fixed to "DEFAULT" (using capital letters).

#2: {} is a set of separator. Items between them (String3-1-1 and 3-1-2) is under the Layer 3-1. Under Layer3, there are 5 items (Layer3-1 to String3-5).

#3: "String" is characters which are displayed on the screen. "Code" is characters which are stored to DB when it is selected by its "String".

3) Data Example

```
DEFAULT
{
  "STRUCTURES"
  {
    "TREE", "S0001"
    "FENCE", "S0002"
    "MAIL BOX", "S0003"
    "FLOWER BED", "S0004"
  }
  "ROADS"
  {
    "MANHOLE", "R0001"
    "CENTER LINE"
    {
      "WHITE", "R002-W"
      "YELLOW", "R002-Y"
    }
    "SIDEWALK", "R0003"
    "CRROSSING", "R0004"
    "BRIDGE", "R0005"
    "SIGNAL", "R0006"
    "HIGHWAY STAR", "R0007"
  }
  "RAILWAY"
  {
    "CRROSSING", "RW001"
    "STATION", "RW002"
    "SIGNAL", "RW003"
    "BRIDGE", "RW004"
    "TUNNEL", "RW005"
  }
}
```


Control Point Records

CP	,	pt	,	(pt id)	,	ht	,	sd	,	ha	,	va	,	time	,	code
----	---	----	---	---------	---	----	---	----	---	----	---	----	---	------	---	------

pt = Point Number

(pt id = Point ID)

ht = Height of Target

sd = Slope Distance

ha = Horizontal Angle

va = Vertical Angle

time = 24 Hour Time Stamp

code = Feature Code

Sideshot Records

SS	,	pt	,	ht	,	sd	,	ha	,	va	,	time	,	code
----	---	----	---	----	---	----	---	----	---	----	---	------	---	------

pt = Point Number

ht = Height of Target

sd = Slope Distance

ha = Horizontal Angle

va = Vertical Angle

time = 24 Hour Time Stamp

code = Feature Code

Stakeout Records

SO	,	pt	,	(sopt)	,	ht	,	sd	,	ha	,	va	,	time	,
----	---	----	---	--------	---	----	---	----	---	----	---	----	---	------	---

pt = Recorded Point Number

(sopt = Original Number of Point Staked)

ht = Height of Target

sd = Slope Distance

ha = Horizontal Angle

va = Vertical Angle

time = 24 Hour Time Stamp

F1/F2 Records

F1	,	pt	,	ht	,	sd	,	ha	,	va	,	time
----	---	----	---	----	---	----	---	----	---	----	---	------

F1 = Face of Shot (F1 or F2)

pt = Point Number

ht = Height of Target

sd = Slope Distance

ha = Horizontal Angle

va = Vertical Angle

time = 24 Hour Time Stamp

Comment/Note Records

CO	,	text
----	---	------

ANEXO C. MOJONES GEODÉSICOS EN SAN MIGUEL

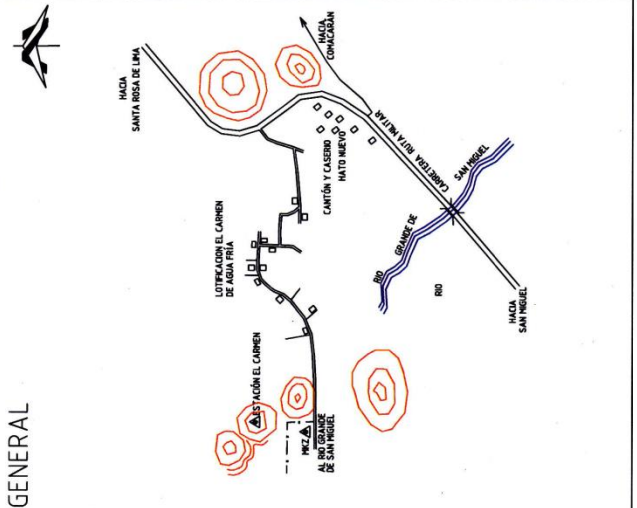

INSTITUTO GEOGRAFICO Y DEL CATASTRO NACIONAL
GERENCIA DE GEODESIA

RED GEODESICA DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

NOMBRE DE LA ESTACION: EL CARMEN - MKZ EL CARMEN	ID GPS: ECLAR - MECAR	CLASE DE MARCA: MOJON DE CONCRETO	EMPLAZADA POR: CNR / IGCN	FECHA: FEBRERO 2005
CANTÓN: HATO NUEVO	MUNICIPIO: SAN MIGUEL		DEPARTAMENTO: SAN MIGUEL	
DESCRITA POR: MIGUEL IZARPATE ALFARO	RECONOCERON: ROLANDO ALFARO		DIGITALIZADA POR: OSCAR RIVERA	REVISADA POR: M. ESCOBAR

DESCRIPCIÓN:
 LA ESTACIÓN "EL CARMEN" SE ENCUENTRA UBICADA EN LA CIMA DE UNA PEQUEÑA LOMA EN TERRENOS DE LA LOTIFICACIÓN EL CARMEN DE AGUA FRÍA DEL CANTÓN HATO NUEVO, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL. PARA LLEGAR A LA ESTACIÓN PARTIENDO DE SAN MIGUEL, DEBE TOMARSE COMO PUNTO DE REFERENCIA EL PUENTE URBINA QUE SE UBICA A LA SALIDA DE SAN MIGUEL Y RUTA MILITAR, TRAYECTO QUE CONDUCE A SANTA ROSA DE LIMA, CONTIENE POR CALLE Y RECORRA APROXIMADAMENTE 3 KMS. ENCONTRARÁ AL OESTE DE LA CARRETERA LA ENTRADA QUE CONDUCE A LA LOTIFICACIÓN EL CARMEN DE AGUA FRÍA. CONTIENE POR ESTE CAMINO Y AL RECORRER UNA DISTANCIA APROXIMADA DE 2 KMS. ATRAVESANDO LA LOTIFICACIÓN LLEGARÁ AL CAMINO QUE CONDUCE AL RÍO GRANDE DE SAN MIGUEL ENCONTRANDO AL LADO DERECHO DEL CAMINO LOS TERRENOS ARRENDADOS POR EL SR. ARMANDO REYES. LUGAR EN DONDE SE UBICA EL MKZ EL CARMEN Y SE LOCALIZA TAMBIÉN LA ESTACIÓN, LA QUE CONSISTE EN UN MOJÓN DE CONCRETO DE FORMA PIRAMIDAL CUADRANGULAR TRUNCADA CON PIN AL CENTRO Y LA MARCA DE ACIMUT ES IGUAL A LA ESTACIÓN PERO MÁS PEQUEÑA, Y SE UBICA A 200 MTS DE LA ESTACIÓN.

GENERAL



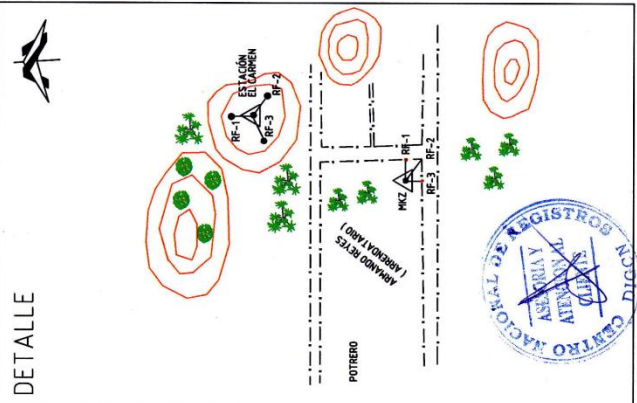
ACIMUT TOMADOS DE LA ESTACIÓN A LAS REFERENCIAS
 CUADRO DE REFERENCIAS ESTACIÓN EL CARMEN

REFERENCIAS	DISTANCIA (MFL)	ACIMUT	DETALLE
REF.1	6.81	N. F.	MOJÓN DE CONCRETO
REF.2	6.68	120°	MOJÓN DE CONCRETO
REF.3	5.68	241°	MOJÓN DE CONCRETO

CUADRO DE REFERENCIAS MKZ EL CARMEN

REFERENCIAS	DISTANCIA (MFL)	ACIMUT	DETALLE
REF.1	1.26	NORMAL A CERCO	CERCO DE ALAMBRE
REF.2	1.40	108°	ESQUINERO
REF.3	1.25	NORMAL A CERCO	CERCO DE ALAMBRE

DETALLE





INSTITUTO GEOGRAFICO Y DEL CATASTRO NACIONAL

GERENCIA DE GEODESIA

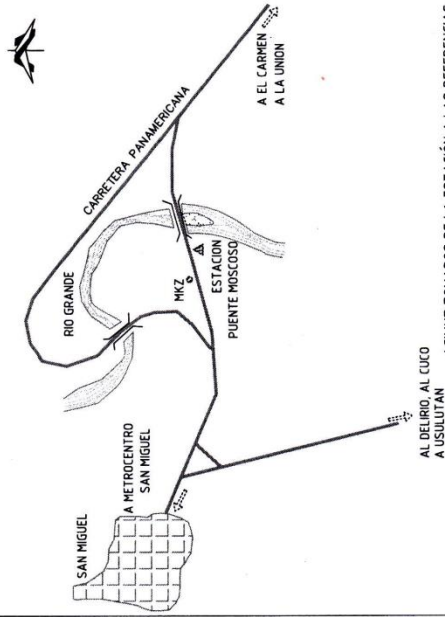
RED GEODESICA DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

NOMBRE DE LA ESTACION: PUENTE MOSCOSO Y PUENTE MOSCOSO	ID GPS: PHOS - MPH0	EMPLAZADA POR: CNR / IGCN	FECHA: ENERO 2005
CANTON: SERI-URBANO	MUNICIPIO: SAN MIGUEL	DEPARTAMENTO: SAN MIGUEL	
DESCRITA POR: HERNAN ESTRADA	RECONOCERON: J. VIGIL - R. ALFARO - A. JACOBO	DIGITALIZO: OSCAR RIVERA	REVISO: R. TOLOSA

DESCRIPCION:

LA ESTACION "PUENTE MOSCOSO" ESTA LOCALIZADA EN HOMBRO DERECHO DE CARRETERA PANAMERICANA QUE CONDUCE A LA UNION Y EL CARMEN ENTRE OTROS. SU SITUACION APROXIMADA ES LA SIGUIENTE : A 25 MTS. AL NW DE PUENTE DON LUIS DE MOSCOSO, A 1.7 KMS. AL ORIENTE DE METROCENRO SAN MIGUEL. PARA LLEGAR A LA ESTACION SALGA DE METROCENRO SAN MIGUEL Y TOMA CARRETERA QUE CONDUCE A EL CARMEN, LA UNION, ETC. Y RECORRA 1.7 KMS. HASTA LLEGAR A PUENTE DON LUIS DE MOSCOSO (VER ESQUEMA) Y CAMINE UNOS 25 MTS. HASTA LLEGAR A LA ESTACION. LA ESTACION CONSISTE EN PERNO METALICO EMPOTRADO EN MOJON DE CONCRETO, CONTIENE 3 REFERENCIAS NATURALES, TIENE ADEMAS UNA MARCA DE ACIMUT QUE ES UN PERNO EMPOTRADO EN CORDON DE CALLE Y QUE SE ENCUENTRA CON RUMBO S 81 W Y A UNA DISTANCIA APROXIMADA DE 100 MTS.

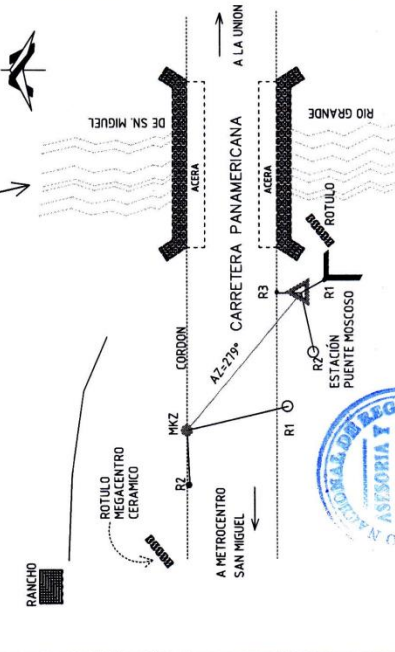
CROQUIS GENERAL:



ACIMUT TOMADOS DE LA ESTACION A LAS REFERENCIAS

REFERENCIAS	DISTANCIA (mts.)	ACIMUT	DETALLE
REF.1	222	141°	ESQ. DE CERCO
REF.2	7.38	240°	POSTE ALUM. LUZ
REF.3	0.53	---	NORMAL A CORDON CALLE

CROQUIS DETALLADO:



ACIMUT TOMADOS DE LA ESTACION MKZ A LAS REFERENCIAS

REFERENCIAS	DISTANCIA (mts.)	ACIMUT	DETALLE
REF.1	12.32	142°	POSTE NET. LUZ
REF.2	14.00	266°	POSTE NEGRO DE ROTULO HOSP. DE ESPECIALIDADES



[Handwritten signature]

ANEXO D. MANUAL CENTROAMERICANO DE NORMAS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS

Normas de Diseño para Alineamiento Horizontal y Vertical

Vehículo de Diseño	Símbolo	Altura	Ancho	Longitud	Voladizo Delantero	Voladizo Trasero	WB1	WB2
Vehículo Liviano	P	1.30	2.10	5.80	0.90	1.50	3.40	
Camión	SU	4.10	2.40	9.20	1.20	1.80	6.10	
Bus	BUS-14	3.70	2.60	12.20	1.80	2.60	7.30	
Bus Articulado	A-BUS	3.40	2.60	18.30	3.10	6.70	5.90	
Cabezal con Semirremolque	WB-15	4.10	2.60	16.80	0.60	4.50	10.80	
Cabezal con Semirremolque	WB-19	4.10	2.60	20.90	0.90	0.60	4.50	10.80
Cabezal con Semirremolque	WB-20	4.10	2.60	22.40	1.20	1.40-0.80	6.6	13.20-13.80

FUENTE: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 2004, pp. 16

Nota: WB1, WB2 es la distancia entre ejes extremos Dimensiones en metros

Cuadro 2.1. Dimensiones de los Vehículos de Diseño.

Vehículo de Diseño	Símbolo	Radio de Giro Mínimo de Diseño (m)	Radio en la Línea Central RMG (m)	Radio Interior Mínimo (m)
Vehículo Liviano	P	7.30	6.40	4.40
Camión	SU	12.80	11.60	8.60
Bus	BUS-14	13.70	12.40	7.80
Bus Articulado	A-BUS	12.10	10.80	6.50
Cabezal con Semirremolque	WB-15	13.70	12.50	5.20
Cabezal con Semirremolque	WB-19	13.70	12.50	2.40
Cabezal con Semirremolque	WB-20	13.70	12.50	1.30

FUENTE: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 2004, pp. 19

Cuadro 2.2. Radios Mínimos de Giro de los Vehículos de Diseño.

Tipo de carretera	Tipo de Área y Nivel de Servicio Apropriado			
	Rural Plano	Rural Ondulado	Rural Montañoso	Urbano y Suburbano
Autopista	B	B	C	C
Arterial	B	B	C	C
Colectora	C	C	D	D
Locales	D	D	D	D

Fuente: AASHTO, A Policy on Geometric Design of Rural Highways and Streets, 2004, p. 85

Cuadro 2.3. Guía para seleccionar el Nivel de Servicio para Diseño

LOS	% de tiempo utilizado en seguir un vehículo	Velocidad Promedio de Viaje (km/h)
A	≤ 35	> 90
B	>35 – 50	>80 - 90
C	>50 – 65	>70 - 80
D	>65 – 80	>60 - 70
E	> 80	≤ 60
F	Aplica cuando la razón de flujo excede la capacidad del segmento.	

Cuadro 2.4. Criterio del LOS para carreteras de dos carriles Carreteras Tipo I

LOS	% de tiempo utilizado en seguir un vehículo
A	≤ 40
B	>40 - 55
C	>55 - 70
D	>70 - 85
C	> 85
F	Aplica cuando la razón de flujo excede la capacidad del segmento.

Cuadro 2.5. Criterio del LOS para carreteras de dos carriles Carreteras Tipo II

NS	% de alcanzar la velocidad libre
A	>91.7
B	>83.3 – 91.7
C	>75 – 83.3
D	>66.7 – 75
C	≤ 66.7

HCM-2010

Cuadro 2.6. Criterio del LOS para carreteras de dos carriles Carreteras Tipo III

Ancho de Carril (m)	Reducción de la FFS (km/h)			
	Ancho de hombro (m)			
	$\geq 0.00 < 0.60$	$\geq 0.60 < 1.20$	$\geq 1.20 < 1.80$	≥ 1.80
2.70 3.00	10.3	7.7	5.6	3.5
$\geq 3.00 < 3.30$	8.5	5.9	3.8	1.7
$\geq 3.30 < 3.60$	7.5	4.9	2.8	0.7
≥ 3.60	6.8	4.2	2.1	0.0

Cuadro 2.7. Ajuste debido al ancho de carril y al ancho de hombro (f_{L_s})

Puntos de acceso por km	Reducción de la FFS (km/h)
0	0.0
6	4.0
12	8.0
18	12.0
≥ 24	16.0

Cuadro 2.8. Ajuste debido a la cantidad de puntos de acceso (f_A)

Rango de Flujo de dos vías (veh/h)	Rango de flujo direccional (veh/h)	Tipo de Terreno	
		Plano	Ondulado
0 - 600	0 - 300	1.00	0.71
> 600 - 1200	> 300 - 600	1.00	0.93
> 1200	> 600	1.00	0.99

Cuadro 2.9 Factor de ajuste (f_G) para determinar la velocidad sobre Segmentos de dos vías y direccionales

Rango de Flujo de dos vías (veh/h)	Rango de flujo direccional (veh/h)	Tipo de Terreno	
		Plano	Ondulado
0 - 600	0 - 300	1.00	0.77
> 600 - 1200	> 300 - 600	1.00	0.94
> 1200	> 600	1.00	1.00

Cuadro 2.10. Factor de ajuste (f_G) para determinar el porcentaje de tiempo utilizado En seguir un vehículo sobre segmentos de dos vías y direccionales

Tipo de Vehículo	Rango de Flujo de dos vías (veh/h)	Rango de flujo direccional (veh/h)	Tipo de Terreno	
			Plano	Ondulado
E _T	0 – 600	0 – 300	1.7	2.5
	> 600 – 1200	> 300 - 600	1.2	1.9
	> 1200	> 600	1.1	1.5
E _R	0 - 600	0 – 300	1.0	1.1
	> 600 – 1200	> 300 - 600	1.0	1.1
	> 1200	> 600	1.0	1.1

Cuadro 2.11. Equivalente del número de vehículos por camión y vehículo recreacional Para determinar la velocidad en segmentos de dos vías y direccional

Tipo de Vehículo	Rango de Flujo de dos vías (veh/h)	Rango de flujo direccional (veh/h)	Tipo de Terreno	
			Plano	Ondulado
E _T	0 – 600	0 – 300	1.1	1.8
	> 600 – 1200	> 300 - 600	1.1	1.5
	> 1200	> 600	1.0	1.0
E _R	0 - 600	0 – 300	1.0	1.0
	> 600 – 1200	> 300 - 600	1.0	1.0
	> 1200	> 600	1.0	1.0

Cuadro 2.12. Equivalente del número de vehículos por camión y vehículo recreacional

Tasa de demanda dos vías, v_p (pc/h)	Reducción en Velocidad Promedio de Viaje (km/h=					
	% de zonas de no rebasar					
	0	20	40	60	80	100
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	0.0	1.0	2.3	3.8	4.2	5.6
400	0.0	2.7	4.3	5.7	6.3	7.3
600	0.0	2.5	3.8	4.9	5.5	6.2
800	0.0	2.2	3.1	3.9	4.3	4.9
1000	0.0	1.8	2.5	3.2	3.6	4.2
1200	0.0	1.3	2.0	2.6	3.0	3.4
1400	0.0	0.9	1.4	1.9	2.3	2.7
1600	0.0	0.9	1.3	1.7	2.1	2.4
1800	0.0	0.8	1.1	1.6	1.8	2.1
2000	0.0	0.8	1.0	1.4	1.6	1.8
2200	0.0	0.8	1.0	1.4	1.5	1.7
2400	0.0	0.8	1.0	1.3	1.5	1.7
2600	0.0	0.8	1.0	1.3	1.4	1.6
2800	0.0	0.8	1.0	1.2	1.3	1.4
300	0.0	0.8	0.9	1.1	1.1	1.3
3200	0.0	0.8	0.9	1.0	1.0	1.1

Cuadro 2.13. Ajuste (f_{np}) para la velocidad promedio de viaje debido al porcentaje

VELOCIDAD (KPH)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
PENDIENTE EN ASCENSO +i%	12	17	29	41	56	72	90	110	131	154	179	205
	11	17	29	42	57	73	91	111	133	156	181	208
	10	17	29	42	57	74	92	112	134	158	184	211
	9	18	29	43	58	75	93	114	136	160	186	214
	8	18	30	43	58	75	94	115	138	162	189	217
	7	18	30	43	58	76	95	117	139	164	191	220
	6	18	30	44	59	77	97	118	141	167	194	223
	5	18	30	44	60	78	98	119	143	169	197	227
	4	18	30	44	60	79	99	121	145	172	198	231
	3	19	31	45	61	80	100	123	148	174	203	234
	2	19	31	45	62	81	102	125	150	177	207	239
1	19	31	46	63	82	103	127	152	180	210	243	
CALCULADO HORIZONTAL	0	18.5	31.2	46.2	63.4	83.0	104.9	129.0	155.5	184.2	215.2	248.6
REDONDEADO HORIZONTAL	0	20	35	50	65	85	105	130	160	185	220	250
PENDIENTE EN DESCENSO -i%	1	20	32	47	64	85	106	131	158	187	218	252
	2	20	32	48	65	85	108	133	161	191	223	257
	3	20	32	50	66	87	110	136	164	194	227	263
	4	20	33	50	67	88	112	138	167	198	232	269
	5	20	33	50	68	90	114	141	171	203	238	275
	6	20	35	50	70	92	116	144	174	207	243	281
	7	20	35	51	71	93	119	147	178	212	249	289
	8	20	35	52	72	95	121	151	183	218	256	297
	9	20	35	53	74	97	124	154	187	223	262	304
	10	21	36	53	75	99	127	158	192	230	270	314
	11	21	36	54	77	102	131	163	198	236	279	323
	12	21	37	56	78	105	134	167	204	244	287	334

CUADRO 3.1 DISTANCIAS DE VISIBILIDAD DE PARADA HORIZONTAL Y CON PENDIENTE VERTICAL

VELOCIDAD DE DISEÑO (KPH)	DISTANCIA DE DECISIÓN PARA EVITAR LA MANIOBRA (m)				
	A	B	C	D	E
50	70	155	145	170	195
60	95	195	170	205	235
70	115	235	200	235	275
80	140	280	230	270	315
90	170	325	270	315	360
100	200	370	315	355	400
110	235	420	330	380	430
120	265	470	360	415	470

AASHTO 2004, pp. 116

CUADRO 3.2 DISTANCIAS DE VISIBILIDAD DE DECISIÓN

Velocidad de Diseño KPH	Distancia de Visibilidad De Adelantamiento
30	200
40	270
50	345
60	410
70	485
80	540
90	615
100	670
110	730
120	775

Fuente: AASHTO 2004, pp. 124

CUADRO 3.3 DISTANCIA DE VISIBILIDAD ADECUADA PARA ADELANTAR

Tipo de Terreno	%Mínimo	%Deseable
Llano	45	≥65
Ondulado	30	≥50
Montañoso	20	≥30

CUADRO 3.4. PORCENTAJE DE LA CARRETERA CON VISIBILIDAD ADECUADA PARA ADELANTAR

VELOCIDAD DE DISEÑO KPH	VELOCIDAD DE RUEDO KPH
20	20
30	30
40	40
50	47
60	55
70	63
80	70
90	77
100	85
110	91
120	98

Fuente: AASHTO 2004, pp. 143

Cuadro 3.5 Velocidad Promedio de Ruedo

VELOCIDAD DE DISEÑO (KPH)	FACTOR DE FRICCIÓN MÁXIMA	Peralte Máximo = 4%		GRADO DE CURVATURA (Degree)	Peralte Máximo = 6%		GRADO DE CURVATURA (Degree)
		RADIO (m)			RADIO (m)		
		CALCULADO	RECOMENDADO		CALCULADO	RECOMENDADO	
20	0.35	8.1	8	143°14'	7.7	8	143°14'
30	0.28	22.1	22	52°05'	20.8	21	54°34'
40	0.23	46.7	47	24°23'	43.4	43	28°39'
50	0.19	85.6	86	13°19'	78.7	79	14°30'
60	0.17	135.0	135	08°29'	123.2	123	09°19'
70	0.15	203.1	203	05°39'	183.7	184	06°14'
80	0.14	280.0	280	04°06'	252.0	252	04°33'
90	0.13	375.2	375	03°03'	335.7	336	03°25'
100	0.12	492.1	492	02°20'	437.4	437	02°37'
110	0.11				560.4	560	02°03'
120	0.09				755.9	756	01°31'
VELOCIDAD DE DISEÑO (KPH)	FACTOR DE FRICCIÓN MÁXIMA	Peralte Máximo = 8%		GRADO DE CURVATURA (Degree)	Peralte Máximo = 10%		GRADO DE CURVATURA (Degree)
		RADIO (m)			RADIO (m)		
		CALCULADO	RECOMENDADO		CALCULADO	RECOMENDADO	
20	0.35	7.3	7	163°42'	7.0	7	163°42'
30	0.28	19.7	20	57°18'	18.6	19	60°19'
40	0.23	40.6	41	27°57'	38.2	38	30°09'
50	0.19	72.9	73	15°42'	67.9	68	16°51'
60	0.17	113.4	113	10°08'	105.0	105	10°55'
70	0.15	167.8	168	06°49'	154.3	154	07°28'
80	0.14	229.1	229	05°00'	210.0	210	05°27'
90	0.13	303.7	304	03°46'	277.3	277	04°08'
100	0.12	393.7	394	02°55'	357.9	358	03°12'
110	0.11	501.5	501	02°17'	453.7	454	02°31'
120	0.09	667.0	667	01°43'	596.8	597	01°55'

NOTA: Por condiciones de seguridad, el Peralte Máximo de 4% debe limitarse a áreas urbanas
Fuente: AASHTO 2004, pp. 147

CUADRO 3.6. RADIOS MÍNIMOS Y GRADOS MÁXIMOS DE CURVAS HORIZONTALES PARA DISTINTAS VELOCIDADES DE DISEÑO, USANDO VALORES LÍMITES DE "e" Y "f"

e (%)	V=20 KPH Radio (m)	V=30 KPH Radio (m)	V=40 KPH Radio (m)	V=50 KPH Radio (m)	V=60 KPH Radio (m)	V=70 KPH Radio (m)
-6.0	11	32	74	151	258	429
-5.0	10	31	70	141	236	386
-4.0	10	30	66	131	218	351
-3.0	10	28	63	123	202	322
-2.8	10	28	62	122	200	316
-2.6	10	28	62	120	197	311
-2.4	10	28	61	119	194	306
-2.2	10	27	61	117	192	301
-2.0	10	27	60	116	189	297
-1.5	9	27	59	113	183	286
0.0	9	25	55	104	167	257
1.5	9	24	51	96	153	234
2.0	9	24	50	94	149	227
2.2	8	23	50	93	148	224
2.4	8	23	50	92	146	222
2.6	8	23	49	91	145	219
2.8	8	23	49	90	143	217
3.0	8	23	48	89	142	214
3.2	8	23	48	89	140	212
3.4	8	23	48	88	139	210
3.6	8	22	47	87	138	207
3.8	8	22	47	86	136	205
4.0	8	22	47	86	135	203
4.2	8	22	46	85	134	201
4.4	8	22	46	84	132	199
4.6	8	22	46	83	131	197
4.8	8	22	45	83	130	195
5.0	8	21	45	82	129	193
5.2	8	21	45	81	128	191
5.4	8	21	44	81	127	189
5.6	8	21	44	80	125	187
5.8	8	21	44	79	124	185
6.0	8	21	43	79	123	184

Cuadro 3.7. Peralte y Radio Mínimo para Calles Urbanas de Bajo Tránsito

e (%)	V=20 KPH Radio (m)	V=30 KPH Radio (m)	V=40 KPH Radio (m)	V=50 KPH Radio (m)	V=60 KPH Radio (m)	V=70 KPH Radio (m)
6.2	8	21	43	78	122	182
6.4	8	21	43	78	121	180
6.6	8	20	43	77	120	179
6.8	8	20	42	76	119	177
7.0	7	20	42	76	118	175
7.2	7	20	42	75	117	174
7.4	7	20	41	75	116	172
7.6	7	20	41	74	115	171
7.8	7	20	41	73	114	169
8.0	7	20	41	73	113	168
8.2	7	20	40	72	112	166
8.4	7	19	40	72	112	165
8.6	7	19	40	71	111	163
8.8	7	19	40	71	110	162
9.0	7	19	39	70	109	161
9.2	7	19	39	70	108	159
9.4	7	19	39	69	107	158
9.6	7	19	39	69	107	157
9.8	7	19	38	69	106	156
10.0	7	19	38	69	105	154
10.2	7	19	38	67	104	153
10.4	7	18	38	67	103	152
10.6	7	18	37	67	103	151
10.8	7	18	37	66	102	150
11.0	7	18	37	66	101	148
11.2	7	18	37	65	101	147
11.4	7	18	37	65	100	146
11.6	7	18	36	64	99	145
11.8	7	18	36	64	98	144
12.0	7	18	36	64	98	143

NOTAS:

1. Calculado usando el Método 2 de Distribución del Peralte
2. El peralte puede ser opcional en calles urbanas de baja velocidad
3. Peralte negativo mayor de -2.0% debe utilizarse en superficies recubiertas de grava, piedra triturada o tierra común. Sin embargo, áreas con alta intensidad de lluvia, deben usar pendientes de hasta -2.5%.
4. Adaptado de AASHTO 2004. pp.150

Cuadro 3.7. Peralte y Radio Mínimo para Calles Urbanas de Bajo Tránsito (CONTINUACIÓN)

Velocidad de Diseño KPH	Máxima Pendiente Relativa (%)	Talud Máximo Relativo Equivalente
20	0.80	1:125
30	0.75	1:133
40	0.70	1:143
50	0.65	1:154
60	0.60	1:167
70	0.55	1:182
80	0.47	1:200
90	0.44	1:213
100	0.41	1:227
110	0.38	1:244
120	0.35	1:263

FUENTE: AASHTO, 2004. pp. 177

Cuadro 3.8. Máximas Pendientes Relativas de la Orilla del Pavimento

**CUADRO 3.9
PERALTE RECOMENDADO, LONGITUD DE TRANSICIÓN Y DISTANCIA DE BOMBEO**

e máximo = 4.0% B.N. = 3.0% ANCHO DE CALZADA = 7.20 m

RADIO	20 KPH			RADIO	30 KPH			RADIO	40 KPH			RADIO	50 KPH			RADIO	60 KPH			RADIO	1:167		
	e%	Ls	Db		e%	Ls	Db		e%	Ls	Db		e%	Ls	Db		e%	Ls	Db		e%	Ls	Db
163	B.N.			371	B.N.			679	B.N.			951	B.N.			1310	B.N.						
102	2.0	11		237	2.0	17		441	2.0	22		632	2.0	28		877	2.0	34					
75	2.2	11		187	2.2	17		363	2.2	22		534	2.2	28		749	2.2	34					
51	2.4	11		132	2.4	17		273	2.4	22		435	2.4	28		626	2.4	34					
38	2.6	12		99	2.6	17		209	2.6	22		345	2.6	28		508	2.6	34					
30	2.8	13		79	2.8	17		167	2.8	22		283	2.8	28		422	2.8	34					
24	3.0	14	14	64	3.0	17	17	137	3.0	22	22	236	3.0	28	28	356	3.0	34	34				
20	3.2	14	13	54	3.0	17	17	114	3.2	22	21	199	3.2	28	26	303	3.2	34	32				
17	3.4	15	13	45	3.4	17	15	96	3.4	22	19	170	3.4	28	25	260	3.4	34	30				
14	3.6	16	13	38	3.6	17	14	95	3.4	22	19	148	3.6	28	23	222	3.6	34	28				
12	3.8	17	13	31	3.8	18	14	81	3.6	22	18	144	3.6	28	23	213	3.7	34	28				
8	4.0	14	11	22	4.0	19	14	67	3.8	22	17	121	3.8	28	22	187	3.8	34	27				
								47	4.0	22	17	86	4.0	28	21	135	4.0	34	26				

RADIO	70 KPH			1:182	RADIO	80 KPH			1:200	RADIO	90 KPH			1:213	RADIO	100 KPH			1:227
	e%	Ls	Db			e%	Ls	Db			e%	Ls	Db			e%	Ls	Db	
1740	B.N.				2170	B.N.				2640	B.N.				3250	B.N.			
1180	2.0				1490	2.0	45			1830	2.0	50			2260	2.0	56		
1020	2.2				1290	2.2	45			1590	2.2	50			1980	2.2	56		
865	2.4	39			1110	2.4	45			1390	2.4	50			1730	2.4	56		
720	2.6	39			944	2.6	45			1200	2.6	50			1510	2.6	56		
605	2.8	39			802	2.8	45			1030	2.8	50			1320	2.8	56		
516	3.0	39	39		690	3.0	45	45		893	3.0	50	50		1150	3.0	56	56	
443	3.2	39	37		597	3.2	45	42		779	3.2	50	47		1010	3.2	56	53	
382	3.4	39	34		518	3.4	45	40		680	3.4	50	44		879	3.4	56	49	
329	3.6	39	33		448	3.6	45	38		591	3.6	50	42		767	3.6	56	47	
290	3.8	39	31		381	3.8	45	36		505	3.8	50	39		658	3.8	56	44	
278	3.8	39	31		379	3.8	45	36		480	3.9	50	38		592	3.9	56	43	
203	4.0	39	29		280	4.0	45	34		375	4.0	50	38		492	4.0	56	42	

PERALTE MAXIMO = 4.0%

- 1) EL PERALTE FUE CALCULADO SEGÚN EL METODO "S" RECOMENDADO POR LA AASHTO*, 2004, QUINTA EDICIÓN.
- 2) EL PERALTE SE REPARTIRÁ PROPORCIONALMENTE A LA LONGITUD DE ESPIRAL, DEBIENDO SER EL PC ó PT EL PUNTO MEDIO DE DICHA ESPIRAL.
- 3) EN LAS CURVAS CON PERALTE CALCULADO MENOR QUE LA PENDIENTE DE BOMBEO SE RECOMIENDA USAR COMO PERALTE LA PENDIENTE DEL BOMBEO.
- 4) EL PASO DEL BOMBEO NORMAL AL 0% EN EL PRINCIPIO O EL FINAL DE LA ESPIRAL (TS ó ST) DEBE HACERSE PROPORCIONALMENTE A LA DISTANCIA Db.
- 5) LAS LONGITUDES DE ESPIRAL O DE TRANSICIÓN, FUERON CALCULADAS SEGÚN LAS PENDIENTES DE DESARROLLO DEL PERALTE INDICADAS ARRIBA Y RECOMENDADAS POR LA AASHTO*, 2004, QUINTA EDICIÓN, PERO NO MAYORES QUE LONGITUD MÁXIMA DE ESPIRAL.
- 6) LOS MÍNIMOS VALORES DE LONGITUD DE ESPIRAL O DE TRANSICIÓN, SON LOS CORRESPONDIENTES A LA DISTANCIA RECORRIDA EN 2 SEGUNDOS, A LA VELOCIDAD DE DISEÑO.
- 7) LAS LÍNEAS GRUESAS MUESTRAN EL MÁXIMO RADIO PARA USO DE ESPIRAL DE TRANSICIÓN (AASHTO 2004, pp. 187).

* A POLICY ON GEOMETRIC DESIGN OF RURAL HIGHWAYS AND STREETS. AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS
Ing. EDWIN RAÚL BARRIOS AMBROSEY, JULIO 2011

CUADRO 3.10
PERALTE RECOMENDADO, LONGITUD DE TRANSICIÓN Y DISTANCIA DE BOMBEO

e máximo = 6.0% B.N. = 3.0% ANCHO DE CALZADA = 7.20 m

RADIO	20 KPH			30 KPH			40 KPH			50 KPH			60 KPH						
	e%	Ls	Db	RADIO	e%	Ls	Db	e%	Ls	Db	e%	Ls	Db	e%	Ls	Db			
2000	B.N.			2000	B.N.			2000	B.N.			2000	B.N.			2000	B.N.		
1500	B.N.			1500	B.N.			1500	B.N.			1500	B.N.			1500	B.N.		
1000	B.N.			1000	B.N.			1000	B.N.			1050	B.N.			1040	B.N.		
500	B.N.			500	B.N.			736	1.5	22		750	2.0	28		1030	2.0	34	
400	B.N.			450	B.N.			525	2.0	22		668	2.2	28		919	2.2	34	
350	B.N.			421	1.5	17		465	2.2	22		599	2.4	28		825	2.4	34	
300	B.N.			299	2.0	17		415	2.4	22		540	2.6	28		746	2.5	34	
250	B.N.			265	2.2	17		372	2.6	22		488	2.8	28		676	2.8	34	
200	B.N.			236	2.4	17		334	2.8	22		443	3.0	28	28	615	3.0	34	34
130	B.N.			212	2.6	17		300	3.0	22	22	402	3.2	28	28	561	3.2	34	32
127	2.0	17		190	2.8	17		269	3.2	22	21	364	3.4	28	25	511	3.4	34	30
113	2.2	17		170	3.0	17	17	239	3.4	22	19	329	3.6	28	23	465	3.6	34	28
100	2.4	17		152	3.2	17	16	206	3.6	22	18	294	3.8	28	22	422	3.8	34	27
90	2.6	17		133	3.4	17	15	178	3.8	22	17	261	4.0	28	21	380	4.0	34	26
80	2.8	17		113	3.6	17	14	155	4.0	22	17	234	4.2	28	20	343	4.2	34	24
71	3.0	17	17	95	3.8	18	14	138	4.2	22	16	210	4.4	28	19	311	4.4	34	23
62	3.2	17	16	96	3.9	18	14	114	4.6	23	15	190	4.6	28	18	283	4.5	34	22
53	3.4	17	15	82	4.0	19	14	110	4.6	24	16	172	4.8	28	18	258	4.8	34	21
43	3.6	17	14	72	4.2	20	14	102	4.8	24	15	156	5.0	28	17	235	5.0	34	20
36	3.8	17	13	63	4.4	21	14	98	4.8	25	16	148	5.1	28	16	213	5.2	34	20
31	4.0	18	14	56	4.6	22	14	95	4.9	25	15	142	5.2	29	17	214	5.2	34	20
27	4.2	19	14	54	4.6	22	14	88	5.0	26	16	128	5.4	30	17	195	5.4	34	19
24	4.4	20	14	50	4.8	23	14	79	5.2	27	16	115	5.6	31	17	176	5.6	34	18
21	4.6	21	14	45	5.0	24	14	71	5.4	28	16	102	5.8	32	17	156	5.8	35	18
19	4.8	21	13	40	5.2	25	14	63	5.6	29	16	79	6.0	33	17	123	6.0	36	18
15	5.2	19	11	36	5.4	26	14	56	5.8	30	16								
13	5.4	18	10	32	5.6	27	14	43	6.0	31	16								
12	5.6	17	9	30	5.7	27	14												
10	5.8	15	8	28	5.8	26	13												
8	6.0	14	7	21	6.0	22	11												

PERALTE MAXIMO = 6.0%

- 1) EL PERALTE FUE CALCULADO SEGÚN EL METODO "S" RECOMENDADO POR LA AASHTO*, 2004, QUINTA EDICIÓN.
- 2) EL PERALTE SE REPARTIRÁ PROPORCIONALMENTE A LA LONGITUD DE ESPIRAL, DEBIENDO SER EL PC ó PT EL PUNTO MEDIO DE DICHA ESPIRAL.
- 3) EN LAS CURVAS CON PERALTE CALCULADO MENOR QUE LA PENDIENTE DE BOMBEO SE RECOMIENDA USAR COMO PERALTE LA PENDIENTE DEL BOMBEO.
- 4) EL PASO DEL BOMBEO NORMAL AL 0% EN EL PRINCIPIO O EL FINAL DE LA ESPIRAL (TS Ó ST) DEBE HACERSE PROPORCIONALMENTE A LA DISTANCIA Db.
- 5) LAS LONGITUDES DE ESPIRAL O DE TRANSICIÓN, FUERON CALCULADAS SEGÚN LAS PENDIENTES DE DESARROLLO DEL PERALTE INDICADAS ARRIBA Y RECOMENDADAS POR LA AASHTO*, 2004, QUINTA EDICIÓN, PERO NO MAYORES QUE LONGITUD MÁXIMA DE ESPIRAL.
- 6) LOS MÍNIMOS VALORES DE LONGITUD DE ESPIRAL O DE TRANSICIÓN, SON LOS CORRESPONDIENTES A LA DISTANCIA RECORRIDA EN 2 SEGUNDOS, A LA VELOCIDAD DE DISEÑO.
- 7) LAS LÍNEAS GRUESAS MUESTRAN EL MÁXIMO RADIO PARA USO DE ESPIRAL DE TRANSICIÓN (AASHTO 2004, pp. 137).

* A POLICY ON GEOMETRIC DESIGN OF RURAL HIGHWAYS AND STREETS. AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS
Ing. EDWIN RAÚL BARRIOS AMBROSIO, JULIO 2011

CUADRO 3.10 (Continuación)
PERALTE RECOMENDADO, LONGITUD DE TRANSICIÓN Y DISTANCIA DE BOMBEO

e máximo = 6.0%

B.N. = 3.0%

ANCHO DE CALZADA = 7.20 m

RADIO	70 KPH			RADIO	80 KPH			RADIO	90 KPH			RADIO	100 KPH			RADIO	110 KPH			RADIO	1244		
	e%	Ls	Db		e%	Ls	Db		e%	Ls	Db		e%	Ls	Db		e%	Ls	Db		e%	Ls	Db
2500	B.N.			2500	B.N.			3000	B.N.			3510	B.N.			4060	B.N.						
2000	B.N.			2300	B.N.			2880	B.N.			2550	2.0	56		2970	2.0	62					
1910	B.N.			1710	2.0	45		2090	2.0	50		2300	2.2	56		2670	2.2	62					
1380	2.0	39		1630	2.2	45		1880	2.2	50		2080	2.4	56		2420	2.4	62					
1230	2.2	39		1380	2.4	45		1700	2.4	50		1890	2.6	56		2210	2.6	62					
1110	2.4	39		1260	2.6	45		1540	2.6	50		1730	2.8	56		2020	2.8	62					
1000	2.6	39		1150	2.8	45		1410	2.8	50		1590	3.0	56	56	1870	3.0	62	62				
910	2.8	39		1050	3.0	45	45	1290	3.0	50	50	1470	3.2	56	53	1730	3.2	62	58				
831	3.0	39	39	950	3.2	45	42	1190	3.2	50	47	1360	3.4	56	49	1600	3.4	62	55				
761	3.2	39	37	882	3.4	45	40	1100	3.4	50	44	1260	3.6	56	47	1490	3.6	62	52				
697	3.4	39	34	813	3.6	45	38	1020	3.6	50	42	1170	3.8	56	44	1390	3.8	62	49				
640	3.6	39	33	748	3.8	45	36	939	3.8	50	39	1090	4.0	56	42	1300	4.0	62	47				
586	3.8	39	31	690	4.0	45	34	870	4.0	50	38	1010	4.2	56	40	1220	4.2	62	44				
535	4.0	39	29	635	4.2	45	32	806	4.2	50	36	938	4.4	56	38	1140	4.4	62	42				
488	4.2	39	28	584	4.4	45	31	746	4.4	50	34	873	4.6	56	37	1070	4.6	62	40				
446	4.4	39	27	538	4.6	45	29	692	4.6	50	33	812	4.8	56	35	997	4.8	62	39				
408	4.6	39	25	496	4.8	45	28	641	4.8	50	31	755	5.0	56	34	933	5.0	62	37				
374	4.8	39	24	457	5.0	45	27	594	5.0	50	30	701	5.2	56	32	871	5.2	62	36				
343	5.0	39	23	421	5.2	45	26	549	5.2	50	29	648	5.4	56	31	810	5.4	62	34				
315	5.2	39	23	386	5.4	45	25	500	5.4	50	28	594	5.6	56	30	747	5.6	62	33				
290	5.4	39	22	379	5.5	45	25	480	5.5	50	27	592	5.6	56	30	716	5.7	62	33				
287	5.4	39	22	351	5.6	45	24	463	5.6	50	27	537	5.8	56	29	679	5.8	62	32				
260	5.6	39	21	315	5.8	45	23	416	5.8	50	26	437	6.0	56	28	560	6.0	62	31				
232	5.8	39	20	252	6.0	45	23	336	6.0	50	25												
184	6.0	39	20																				

PERALTE MAXIMO = 6.0%

- 1) EL PERALTE FUE CALCULADO SEGÚN EL METODO "S" RECOMENDADO POR LA AASHTO*, 2004, QUINTA EDICIÓN.
- 2) EL PERALTE SE REPARTIRÁ PROPORCIONALMENTE A LA LONGITUD DE ESPIRAL, DEBIENDO SER EL PC ó PT EL PUNTO MEDIO DE DICHA ESPIRAL.
- 3) EN LAS CURVAS CON PERALTE CALCULADO MENOR QUE LA PENDIENTE DE BOMBEO SE RECOMIENDA USAR COMO PERALTE LA PENDIENTE DEL BOMBEO.
- 4) EL PASO DEL BOMBEO NORMAL AL 0% EN EL PRINCIPIO O EL FINAL DE LA ESPIRAL (TS ó ST) DEBE HACERSE PROPORCIONALMENTE A LA DISTANCIA D_b.
- 5) LAS LONGITUDES DE ESPIRAL O DE TRANSICIÓN, FUERON CALCULADAS SEGÚN LAS PENDIENTES DE DESARROLLO DEL PERALTE INDICADAS ARRIBA Y RECOMENDADAS POR LA AASHTO*, 2004, QUINTA EDICIÓN, PERO NO MAYORES QUE LONGITUD MÁXIMA DE ESPIRAL.
- 6) LOS MÍNIMOS VALORES DE LONGITUD DE ESPIRAL O DE TRANSICIÓN, SON LOS CORRESPONDIENTES A LA DISTANCIA RECORRIDA EN 2 SEGUNDOS, A LA VELOCIDAD DE DISEÑO.
- 7) LAS LÍNEAS GRUESAS MUESTRAN EL MÁXIMO RADIO PARA USO DE ESPIRAL DE TRANSICIÓN (AASHTO 2004, pp. 187).

* A POLICY ON GEOMETRIC DESIGN OF RURAL HIGHWAYS AND STREETS. AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS
 hg. EDWIN RAÚL BARRIOS AMBROSI, JULIO 2011

**CUADRO 3.11
PERALTE RECOMENDADO, LONGITUD DE TRANSICIÓN Y DISTANCIA DE BOMBEO**

e máximo = 8.0% B.N. = 3.0% ANCHO DE CALZADA = 7.20 m

RADIO	20 KPH			RADIO	30 KPH			RADIO	40 KPH			RADIO	50 KPH			RADIO	60 KPH		
	e%	Ls	Db		e%	Ls	Db		e%	Ls	Db		e%	Ls	Db		e%	Ls	Db
187	B.N.			443	B.N.			784	B.N.			1060	B.N.			1490	B.N.		
136	2.0	11		322	2.0	17		571	2.0	22		791	2.0	28		1090	2.0	34	
122	2.2	11		288	2.2	17		512	2.2	22		711	2.2	28		976	2.2	34	
111	2.4	11		261	2.4	17		463	2.4	22		644	2.4	28		885	2.4	34	
101	2.6	12		237	2.6	17		421	2.6	22		587	2.6	28		808	2.6	34	
92	2.8	13		216	2.8	17		385	2.8	22		539	2.8	28		742	2.8	34	
84	3.0	14	14	199	3.0	17	17	354	3.0	22	22	496	3.0	28	28	684	3.0	34	34
77	3.2	15	14	183	3.2	17	16	326	3.2	22	21	458	3.2	28	26	633	3.2	34	32
73	3.4	15	13	168	3.4	17	15	302	3.4	22	19	425	3.4	28	25	588	3.4	34	30
66	3.6	16	13	155	3.6	17	14	279	3.6	22	18	395	3.6	28	23	548	3.6	34	28
61	3.8	17	13	141	3.8	18	14	259	3.8	22	17	368	3.8	28	22	512	3.8	34	27
56	4.0	18	14	133	4.0	18	14	241	4.0	22	17	344	4.0	28	21	479	4.0	34	26
52	4.2	19	14	123	4.2	19	14	224	4.2	22	16	321	4.2	28	20	449	4.2	34	24
47	4.4	20	14	112	4.4	21	14	208	4.4	22	15	301	4.4	28	19	421	4.4	34	23
42	4.6	21	14	104	4.6	22	14	192	4.6	24	16	281	4.6	28	18	395	4.6	34	22
37	4.8	22	14	95	4.8	23	14	178	4.8	24	15	263	4.8	28	18	371	4.8	34	21
34	5.0	22	13	85	5.0	24	14	163	5.0	26	16	246	5.0	28	17	349	5.0	34	20
30	5.2	23	13	77	5.2	25	14	148	5.2	27	16	229	5.2	29	17	328	5.2	34	20
27	5.4	24	13	69	5.4	26	14	136	5.4	28	16	213	5.4	30	17	307	5.4	34	19
24	5.6	24	13	63	5.6	27	14	125	5.6	29	16	198	5.6	31	17	288	5.6	34	18
22	5.8	23	12	58	5.8	28	14	115	5.8	30	16	185	5.8	32	17	270	5.8	35	18
20	6.0	22	11	54	5.9	28	14	106	6.0	31	16	172	6.0	33	17	253	6.0	36	18
19	6.2	21	10	53	6.0	29	15	98	6.2	32	15	161	6.2	34	16	238	6.2	37	18
17	6.4	20	9	49	6.2	30	15	95	6.2	32	15	151	6.4	35	16	224	6.4	39	18
16	6.6	20	9	45	6.4	31	15	91	6.4	33	15	148	6.5	36	17	213	6.6	40	18
15	6.8	19	8	42	6.6	31	14	84	6.6	34	15	141	6.6	37	17	210	6.6	40	18
14	7.0	18	8	38	6.8	30	13	78	6.8	35	15	132	6.8	38	17	198	6.8	41	18
12	7.2	17	7	36	7.0	29	12	72	7.0	36	15	123	7.0	39	17	185	7.0	42	18
11	7.4	16	6	33	7.2	28	12	66	7.2	37	15	115	7.2	40	17	174	7.2	43	18
10	7.6	15	6	30	7.4	27	11	62	7.4	38	15	107	7.4	41	17	162	7.4	45	18
9	7.8	15	6	28	7.6	26	10	57	7.6	39	15	98	7.6	42	17	150	7.6	46	18
8	8.0	15	6	25	7.8	24	9	52	7.8	40	15	90	7.8	43	17	137	7.8	47	18
7	8.0	13	5	20	8.0	22	8	41	8.0	41	15	73	8.0	44	17	113	8.0	48	18

PERALTE MAXIMO = 8.0%

- 1) EL PERALTE FUE CALCULADO SEGÚN EL METODO "S" RECOMENDADO POR LA AASHTO*, 2004, QUINTA EDICIÓN.
- 2) EL PERALTE SE REPARTIRÁ PROPORCIONALMENTE A LA LONGITUD DE ESPIRAL, DEBIENDO SER EL PC ó PT EL PUNTO MEDIO DE DICHA ESPIRAL.
- 3) EN LAS CURVAS CON PERALTE CALCULADO MENOR QUE LA PENDIENTE DE BOMBEO SE RECOMIENDA USAR COMO PERALTE LA PENDIENTE DEL BOMBEO.
- 4) EL PASO DEL BOMBEO NORMAL AL 0% EN EL PRINCIPIO O EL FINAL DE LA ESPIRAL (TS O ST) DEBE HACERSE PROPORCIONALMENTE A LA DISTANCIA Db.
- 5) LAS LONGITUDES DE ESPIRAL O DE TRANSICIÓN, FUERON CALCULADAS SEGÚN LAS PENDIENTES DE DESARROLLO DEL PERALTE INDICADAS ARRIBA Y RECOMENDADAS POR LA AASHTO*, 2004, QUINTA EDICIÓN, PERO NO MAYORES QUE LONGITUD MÁXIMA DE ESPIRAL.
- 6) LOS MÍNIMOS VALORES DE LONGITUD DE ESPIRAL O DE TRANSICIÓN, SON LOS CORRESPONDIENTES A LA DISTANCIA RECORRIDA EN 2 SEGUNDOS, A LA VELOCIDAD DE DISEÑO.
- 7) LAS LINEAS GRUESAS MUESTRAN EL MÁXIMO RADIO PARA USO DE ESPIRAL DE TRANSICIÓN (AASHTO 2004, pp. 167).

* A POLICY ON GEOMETRIC DESIGN OF RURAL HIGHWAYS AND STREETS. AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS
Ing. EDWIN RALL BARRIOS AMBROSIO, JULIO 2011

CUADRO 3.11 (Continuación)
PERALTE RECOMENDADO, LONGITUD DE TRANSICIÓN Y DISTANCIA DE BOMBEO

e máximo = 8.0% B.N. = 3.0% ANCHO DE CALZADA = 7.20 m

RADIO	70 KPH			RADIO	80 KPH			RADIO	90 KPH			RADIO	100 KPH			RADIO	110 KPH		
	e%	Ls	Db		e%	Ls	Db		e%	Ls	Db		e%	Ls	Db		e%	Ls	Db
1970	B.N.			2440	B.N.			2970	B.N.			3630	B.N.			4180	B.N.		
1450	2.0	39		1790	2.0	45		2190	2.0	50		2680	2.0	55		3090	2.0	62	
1300	2.2	39		1620	2.2	45		1980	2.2	50		2420	2.2	55		2790	2.2	62	
1190	2.4	39		1470	2.4	45		1800	2.4	50		2200	2.4	55		2550	2.4	62	
1080	2.6	39		1350	2.6	45		1650	2.6	50		2020	2.6	55		2340	2.6	62	
992	2.8	39		1240	2.8	45		1520	2.8	50		1850	2.8	55		2160	2.8	62	
916	3.0	39	39	1150	3.0	45	45	1410	3.0	50	50	1730	3.0	55	55	2000	3.0	62	
840	3.2	39	37	1060	3.2	45	42	1310	3.2	50	47	1610	3.2	55	53	1870	3.2	62	
790	3.4	39	34	988	3.4	45	40	1220	3.4	50	44	1500	3.4	55	49	1740	3.4	62	
738	3.6	39	33	924	3.6	45	38	1140	3.6	50	42	1410	3.6	55	47	1640	3.6	62	
690	3.8	39	31	866	3.8	45	36	1070	3.8	50	39	1320	3.8	55	44	1540	3.8	62	
648	4.0	39	29	813	4.0	45	34	1010	4.0	50	38	1240	4.0	55	42	1450	4.0	62	
608	4.2	39	28	766	4.2	45	32	948	4.2	50	36	1180	4.2	55	40	1380	4.2	62	
573	4.4	39	27	722	4.4	45	31	895	4.4	50	34	1110	4.4	55	38	1300	4.4	62	
540	4.6	39	25	682	4.6	45	29	847	4.6	50	33	1050	4.6	55	37	1240	4.6	62	
509	4.8	39	24	645	4.8	45	28	803	4.8	50	31	966	4.8	55	35	1180	4.8	62	
480	5.0	39	23	611	5.0	45	27	762	5.0	50	30	947	5.0	55	34	1120	5.0	62	
454	5.2	39	23	579	5.2	45	26	724	5.2	50	29	901	5.2	55	32	1070	5.2	62	
429	5.4	39	22	549	5.4	45	25	689	5.4	50	28	859	5.4	55	31	1020	5.4	62	
405	5.6	39	21	521	5.6	45	24	656	5.6	50	27	819	5.6	55	30	975	5.6	62	
382	5.8	39	20	494	5.8	45	23	626	5.8	50	26	781	5.8	55	29	933	5.8	62	
360	6.0	39	20	469	6.0	45	23	595	6.0	50	25	746	6.0	55	28	894	6.0	62	
340	6.2	41	20	445	6.2	45	22	567	6.2	50	24	713	6.2	55	27	857	6.2	62	
322	6.4	42	20	422	6.4	46	22	540	6.4	50	23	681	6.4	55	26	823	6.4	62	
304	6.6	43	20	400	6.6	48	22	514	6.6	51	23	651	6.6	55	25	789	6.6	62	
290	6.8	44	19	379	6.8	49	22	489	6.8	52	23	620	6.8	55	25	757	6.8	62	
287	6.8	45	20	358	7.0	51	22	489	6.9	53	23	582	6.8	57	25	724	7.0	62	
270	7.0	46	20	338	7.2	52	22	464	7.0	54	23	561	7.0	57	24	716	7.1	62	
254	7.2	47	20	325	7.3	53	22	440	7.2	55	23	561	7.2	59	25	691	7.2	63	
237	7.4	49	20	318	7.4	53	21	415	7.4	57	23	531	7.4	61	25	657	7.4	65	
221	7.6	50	20	296	7.6	55	22	389	7.6	58	23	499	7.6	62	24	621	7.6	67	
202	7.8	51	20	273	7.8	56	22	359	7.8	60	23	462	7.8	64	25	579	7.8	69	
168	8.0	52	20	229	8.0	58	22	304	8.0	61	23	394	8.0	65	24	501	8.0	70	

PERALTE MAXIMO = 8.0%

- 1) EL PERALTE FUE CALCULADO SEGÚN EL METODO "S" RECOMENDADO POR LA AASHTO*, 2004, QUINTA EDICIÓN.
- 2) EL PERALTE SE REPARTIRÁ PROPORCIONALMENTE A LA LONGITUD DE ESPIRAL, DEBIENDO SER EL PC ó PT EL PUNTO MEDIO DE DICHA ESPIRAL.
- 3) EN LAS CURVAS CON PERALTE CALCULADO MENOR QUE LA PENDIENTE DE BOMBEO SE RECOMIENDA USAR COMO PERALTE LA PENDIENTE DEL BOMBEO.
- 4) EL PASO DEL BOMBEO NORMAL AL 0% EN EL PRINCIPIO O EL FINAL DE LA ESPIRAL (TS Ó ST) DEBE HACERSE PROPORCIONALMENTE A LA DISTANCIA D₀.
- 5) LAS LONGITUDES DE ESPIRAL O DE TRANSICIÓN, FUERON CALCULADAS SEGUN LAS PENDIENTES DE DESARROLLO DEL PERALTE INDICADAS ARRIBA Y RECOMENDADAS POR LA AASHTO*, 2004, QUINTA EDICIÓN, PERO NO MAYORES QUE LONGITUD MÁXIMA DE ESPIRAL.
- 6) LOS MÍNIMOS VALORES DE LONGITUD DE ESPIRAL O DE TRANSICIÓN, SON LOS CORRESPONDIENTES A LA DISTANCIA RECORRIDA EN 2 SEGUNDOS, A LA VELOCIDAD DE DISEÑO.
- 7) LAS LÍNEAS GRUESAS MUESTRAN EL MÁXIMO RADIO PARA USO DE ESPIRAL DE TRANSICIÓN (AASHTO 2004, pp. 187).

* A POLICY ON GEOMETRIC DESIGN OF RURAL HIGHWAYS AND STREETS. AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS
 Ing. EDWIN RAÚL BARRIOS AMBROSI, JULIO 2011

CUADRO 3.12
PERALTE RECOMENDADO, LONGITUD DE TRANSICIÓN Y DISTANCIA DE BOMBEO

e máximo = 10.0% B.N. = 3.0% ANCHO DE CALZADA = 7.20 m

RADIO	20 KPH			RADIO	30 KPH			RADIO	40 KPH			RADIO	50 KPH			RADIO	60 KPH		
	e%	La	Db		e%	La	Db		e%	La	Db		e%	La	Db		e%	La	Db
197	B.N.			454	B.N.			790	B.N.			1110	B.N.			1520	B.N.		
145	2.0	11		333	2.0	17		560	2.0	22		815	2.0	28		1120	2.0	34	
130	2.2	11		300	2.2	17		522	2.2	22		735	2.2	28		1020	2.2	34	
118	2.4	11		272	2.4	17		474	2.4	22		669	2.4	28		920	2.4	34	
108	2.6	12		249	2.6	17		434	2.6	22		612	2.6	28		844	2.6	34	
99	2.8	13		228	2.8	17		399	2.8	22		564	2.8	28		778	2.8	34	
91	3.0	14	14	211	3.0	17	17	368	3.0	22	22	522	3.0	28	28	720	3.0	34	
85	3.2	14	13	195	3.2	17	16	342	3.2	22	21	485	3.2	28	26	670	3.2	34	
79	3.4	16	13	181	3.4	17	15	318	3.4	22	19	453	3.4	28	25	628	3.4	34	
73	3.6	16	13	169	3.6	17	14	297	3.6	22	18	424	3.6	28	23	586	3.6	34	
68	3.8	17	13	158	3.8	18	14	278	3.8	22	17	398	3.8	28	22	551	3.8	34	
64	4.0	18	14	148	4.0	19	14	261	4.0	22	17	374	4.0	28	21	519	4.0	34	
60	4.2	19	14	139	4.2	20	14	245	4.2	22	16	353	4.2	28	20	490	4.2	34	
56	4.4	20	14	130	4.4	21	14	231	4.4	23	16	333	4.4	28	19	464	4.4	34	
53	4.6	21	14	122	4.6	22	14	218	4.6	24	16	315	4.6	28	18	439	4.6	34	
50	4.8	21	13	115	4.8	23	14	206	4.8	25	16	299	4.8	28	18	417	4.8	34	
47	5.0	22	13	109	5.0	24	14	194	5.0	26	16	283	5.0	28	17	396	5.0	34	
44	5.2	23	13	102	5.2	25	14	184	5.2	27	16	269	5.2	29	17	377	5.2	34	
41	5.4	24	13	97	5.4	26	14	174	5.4	28	16	256	5.4	30	17	359	5.4	34	
38	5.6	25	13	91	5.6	27	14	164	5.6	29	16	243	5.6	31	17	343	5.6	34	
36	5.8	26	13	85	5.8	28	14	155	5.8	30	16	232	5.8	32	17	327	5.8	35	
33	6.0	27	14	80	6.0	29	15	146	6.0	31	16	221	6.0	33	17	312	6.0	36	
31	6.2	27	13	75	6.2	30	15	138	6.2	32	15	210	6.2	34	16	298	6.2	37	
28	6.4	26	12	70	6.4	31	15	130	6.4	33	15	200	6.4	35	16	285	6.4	39	
26	6.6	25	11	65	6.6	31	14	121	6.6	34	15	191	6.6	37	17	273	6.6	40	
24	6.8	24	11	60	6.8	33	15	114	6.8	35	15	181	6.8	38	17	261	6.8	41	
22	7.0	23	10	56	7.0	34	15	107	7.0	36	15	172	7.0	39	17	249	7.0	42	
21	7.2	22	9	54	7.1	35	15	101	7.2	37	15	164	7.2	40	17	238	7.2	43	
19	7.4	21	9	49	7.4	34	14	95	7.4	38	15	156	7.4	41	17	228	7.4	44	
18	7.6	21	8	46	7.6	33	13	90	7.6	39	15	148	7.6	42	17	218	7.6	45	
17	7.8	20	8	44	7.8	32	12	85	7.8	40	15	141	7.8	43	17	213	7.8	46	
16	8.0	20	8	41	8.0	31	12	82	8.0	41	15	136	8.0	44	17	208	8.0	47	
15	8.2	19	7	39	8.2	31	11	78	8.2	42	15	128	8.2	45	16	199	8.0	48	
14	8.4	18	6	36	8.4	29	10	72	8.4	42	15	122	8.4	47	17	190	8.2	49	
13	8.6	18	6	34	8.6	29	10	68	8.6	40	14	116	8.6	48	17	182	8.4	50	
12	8.8	17	6	32	8.8	28	10	64	8.8	39	13	110	8.8	49	17	174	8.6	52	
11	9.2	16	5	30	9.0	27	9	61	9.0	38	13	105	9.0	50	17	168	8.8	53	
10	9.4	15	5	27	9.4	25	8	57	9.2	37	12	99	9.2	49	16	168	9.0	54	
9	9.7	15	5	25	9.6	24	8	54	9.4	36	11	94	9.4	47	15	160	9.2	56	
8	9.9	14	4	23	9.8	23	7	50	9.6	35	11	88	9.6	46	14	142	9.4	56	
7	10.0	13	4	19	10.0	21	6	46	9.8	33	10	81	9.8	44	13	133	9.6	58	
								38	10.0	30	9	68	10.0	40	12	124	9.8	59	
																105	10.0	18	
																		5	

PERALTE MAXIMO = 10.0%

- 1) EL PERALTE FUE CALCULADO SEGÚN EL MÉTODO "I" RECOMENDADO POR LA AASHTO*, 2004, QUINTA EDICIÓN
 - 2) EL PERALTE SE REPARTIRÁ PROPORCIONALMENTE A LA LONGITUD DE ESPIRAL, DEBIENDO SER EL PC 6 PT EL PUNTO MEDIO DE DICHA ESPIRAL
 - 3) EN LAS CURVAS CON PERALTE CALCULADO MENOR QUE LA PENDIENTE DE BOMBEO SE RECOMIENDA USAR COMO PERALTE LA PENDIENTE DEL BOMBEO.
 - 4) EL PASE DEL BOMBEO NORMAL AL 0% EN EL PRINCIPIO O EL FINAL DE LA ESPIRAL (TS Ó ST) DEBE HACERSE PROPORCIONALMENTE A LA DISTANCIA Db.
 - 5) LAS LONGITUDES DE ESPIRAL O DE TRANSICIÓN, FUERON CALCULADAS SEGÚN LAS PENDIENTES DE DESARROLLO DEL PERALTE INDICADAS ARRIBA Y RECOMENDADAS POR LA AASHTO*, 2004, QUINTA EDICIÓN, PERO NO MAYORES QUE LONGITUD MÁXIMA DE ESPIRAL.
 - 6) LOS MÍNIMOS VALORES DE LONGITUD DE ESPIRAL O DE TRANSICIÓN, SON LOS CORRESPONDIENTES A LA DISTANCIA RECORRIDA EN 2 SEGUNDOS, A LA VELOCIDAD DE DISEÑO
 - 7) LAS LÍNEAS GRUESAS MUESTRAN EL MÁXIMO RADIO PARA USO DE ESPIRAL DE TRANSICIÓN (AASHTO 2004, pp. 187)
- * A POLICY ON GEOMETRIC DESIGN OF RURAL HIGHWAYS AND STREETS. AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS
ING. EDUARDO RAMÍREZ, INGENIEROS AMERICANOS, JULIO 2011

CUADRO 3.12 (Continuación)
PERALTE RECOMENDADO, LONGITUD DE TRANSICIÓN Y DISTANCIA DE BOMBEO

e máximo = 10.0% B.N. = 3.0% ANCHO DE CALZADA = 7.20 m

RADIO	70 KPH			RADIO	80 KPH			RADIO	90 KPH			RADIO	100 KPH			RADIO	110 KPH		
	e%	Ls	Db		e%	Ls	Db		e%	Ls	Db		e%	Ls	Db		e%	Ls	Db
2000	B.N.			2480	B.N.			3010	B.N.			3890	B.N.			4250	B.N.		
1480	2.0	39		1840	2.0	45		2250	2.0	50		2740	2.0	56		3180	2.0	62	
1340	2.2	39		1660	2.2	45		2020	2.2	50		2480	2.2	56		2860	2.2	62	
1220	2.4	39		1520	2.4	45		1840	2.4	50		2260	2.4	56		2620	2.4	62	
1120	2.6	39		1390	2.6	45		1700	2.6	50		2080	2.6	56		2410	2.6	62	
1030	2.8	39		1290	2.8	45		1570	2.8	50		1920	2.8	56		2230	2.8	62	
952	3.0	39	39	1190	3.0	45	45	1460	3.0	50	50	1790	3.0	56	56	2070	3.0	62	
887	3.2	39	37	1110	3.2	45	42	1360	3.2	50	47	1670	3.2	56	53	1940	3.2	62	
829	3.4	39	34	1040	3.4	45	40	1270	3.4	50	44	1580	3.4	56	49	1820	3.4	62	
777	3.6	39	33	974	3.6	45	38	1200	3.6	50	42	1470	3.6	56	47	1710	3.6	62	
731	3.8	39	31	917	3.8	45	36	1130	3.8	50	39	1390	3.8	56	44	1610	3.8	62	
690	4.0	39	29	866	4.0	45	34	1060	4.0	50	38	1310	4.0	56	42	1550	4.0	62	
652	4.2	39	28	820	4.2	45	32	1010	4.2	50	36	1240	4.2	56	40	1490	4.2	62	
617	4.4	39	27	777	4.4	45	31	953	4.4	50	34	1180	4.4	56	38	1390	4.4	62	
586	4.6	39	25	738	4.6	45	29	907	4.6	50	33	1120	4.6	56	37	1310	4.6	62	
557	4.8	39	24	703	4.8	45	28	864	4.8	50	31	1070	4.8	56	35	1260	4.8	62	
530	5.0	39	23	670	5.0	45	27	824	5.0	50	30	1020	5.0	56	34	1200	5.0	62	
505	5.2	39	23	640	5.2	45	26	788	5.2	50	29	975	5.2	56	32	1150	5.2	62	
482	5.4	39	22	611	5.4	45	25	754	5.4	50	28	934	5.4	56	31	1100	5.4	62	
461	5.6	39	21	585	5.6	45	24	723	5.6	50	27	896	5.6	56	30	1060	5.6	62	
441	5.8	39	20	561	5.8	45	23	693	5.8	50	26	860	5.8	56	29	1020	5.8	62	
422	6.0	39	20	538	6.0	45	23	668	6.0	50	25	827	6.0	56	28	976	6.0	62	
404	6.2	41	20	516	6.2	45	22	640	6.2	50	24	795	6.2	56	27	941	6.2	62	
387	6.4	42	20	498	6.4	46	22	616	6.4	50	23	766	6.4	56	26	907	6.4	62	
372	6.6	43	20	476	6.6	48	22	593	6.6	51	23	738	6.6	56	25	876	6.6	62	
357	6.8	45	20	458	6.8	49	22	571	6.8	52	23	712	6.8	58	25	846	6.8	62	
342	7.0	46	20	441	7.0	51	22	551	7.0	54	23	688	7.0	57	24	819	7.0	62	
329	7.2	47	20	428	7.2	52	22	532	7.2	55	23	664	7.2	59	25	792	7.2	62	
315	7.4	48	20	409	7.4	53	21	513	7.4	57	23	642	7.4	61	25	767	7.4	62	
303	7.6	50	20	394	7.6	55	22	496	7.6	58	23	621	7.6	62	24	743	7.6	62	
291	7.8	51	20	380	7.7	55	21	480	7.7	58	23	601	7.8	64	25	721	7.8	62	
280	7.8	51	20	380	7.8	56	22	480	7.8	60	25	592	7.9	65	25	716	7.9	62	
279	8.0	53	20	366	8.0	58	22	463	8.0	62	23	582	8.0	66	25	705	8.0	70	
268	8.2	54	20	353	8.2	59	22	448	8.2	63	23	564	8.2	67	25	699	8.0	70	
257	8.4	55	20	339	8.4	61	22	432	8.4	65	23	546	8.4	69	25	679	8.2	72	
246	8.6	57	20	326	8.6	62	22	417	8.6	66	23	528	8.6	71	25	660	8.4	74	
236	8.8	58	20	313	8.8	64	22	402	8.8	68	23	509	8.8	72	25	641	8.6	76	
225	9.0	59	20	300	9.0	65	22	386	9.0	69	23	491	9.0	74	25	621	8.8	78	
215	9.2	60	20	287	9.2	66	22	371	9.2	71	23	472	9.2	76	25	602	9.0	79	
204	9.4	62	20	274	9.4	68	22	354	9.4	72	23	453	9.4	77	25	580	9.4	83	
192	9.6	63	20	259	9.6	69	22	337	9.6	74	23	432	9.6	79	25	537	9.6	84	
179	9.8	64	20	242	9.8	71	22	316	9.8	75	23	407	9.8	80	24	509	9.8	86	
154	10.0	65	20	210	10.0	72	22	277	10.0	77	23	358	10.0	82	25	454	10.0	88	

PERALTE MAXIMO = 10.0%

- 1) EL PERALTE FUE CALCULADO SEGUN EL METODO "F" RECOMENDADO POR LA AASHTO*, 2004, QUINTA EDICIÓN.
- 2) EL PERALTE SE REPARTIRA PROPORCIONALMENTE A LA LONGITUD DE ESPIRAL, DEBENDO SER EL PC 6 PT EL PUNTO MEDIO DE DICHA ESPIRAL.
- 3) EN LAS CURVAS CON PERALTE CALCULADO MENOR QUE LA PENDIENTE DE BOMBEO SE RECOMIENDA USAR COMO PERALTE LA PENDIENTE DEL BOMBEO.
- 4) EL PASO DEL BOMBEO NORMAL AL 0% EN EL PRINCIPIO O EL FINAL DE LA ESPIRAL (TS O ST) DEBE HACERSE PROPORCIONALMENTE A LA DISTANCIA Db.
- 5) LAS LONGITUDES DE ESPIRAL O DE TRANSICIÓN, FUERON CALCULADAS SEGUN LAS PENDIENTES DE DESARROLLO DEL PERALTE INDICADAS ARRIBA Y RECOMENDADAS POR LA AASHTO*, 2004, QUINTA EDICIÓN, PERO NO MAYORES QUE LONGITUD MÁXIMA DE ESPIRAL.
- 6) LOS MÍNIMOS VALORES DE LONGITUD DE ESPIRAL O DE TRANSICIÓN, SON LOS CORRESPONDIENTES A LA DISTANCIA RECORRIDA EN 2 SEGUNDOS, A LA VELOCIDAD DE DISEÑO.
- 7) LAS LÍNEAS GRUESAS MUESTRAN EL MÁXIMO RADIO PARA USO DE ESPIRAL DE TRANSICIÓN (AASHTO 2004, pp. 187).

* A POLICY ON GEOMETRIC DESIGN OF RURAL HIGHWAYS AND STREETS. AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS
 by EDWIN RAFF, BARRETT AMBRISIV, JULIO 2011

**CUADRO 3.13
PERALTE RECOMENDADO, LONGITUD DE TRANSICIÓN Y DISTANCIA DE BOMBEO**

e máximo = 12.0% B.N. = 3.0% ANCHO DE CALZADA = 7.20 m

RADIO	20 KPH			RADIO	30 KPH			RADIO	40 KPH			RADIO	50 KPH			RADIO	60 KPH		
	e%	La	Da		e%	La	Da		e%	La	Da		e%	La	Da		e%	La	Da
210	B.N.			459	B.N.			204	B.N.			1130	B.N.			1040	B.N.		
151	2.0	11		330	2.0	17		154	2.0	22		835	2.0	28		1150	2.0	34	
130	2.2	11		300	2.2	17		130	2.2	22		750	2.2	28		1040	2.2	34	
120	2.4	11		270	2.4	17		108	2.4	22		630	2.4	28		940	2.4	34	
110	2.6	11		250	2.6	17		90	2.6	22		531	2.6	28		850	2.6	34	
104	2.8	12		235	2.8	17		85	2.8	22		500	2.8	28		790	2.8	34	
96	3.0	12	12	210	3.0	17	17	70	3.0	22	22	441	3.0	28	28	740	3.0	34	
89	3.2	14	15	202	3.2	17	16	66	3.2	22	21	404	3.2	28	26	690	3.2	34	
83	3.4	15	12	180	3.4	17	15	62	3.4	22	19	412	3.4	28	25	640	3.4	34	
77	3.6	16	15	170	3.6	17	14	58	3.6	22	18	443	3.6	28	23	600	3.6	34	
72	3.8	17	12	160	3.8	18	14	55	3.8	22	17	417	3.8	28	22	570	3.8	34	
68	4.0	18	14	150	4.0	19	14	52	4.0	22	17	390	4.0	28	21	540	4.0	34	
64	4.2	19	14	147	4.2	20	14	50	4.2	22	16	372	4.2	28	20	510	4.2	34	
60	4.4	20	14	139	4.4	21	14	47	4.4	23	16	350	4.4	28	19	480	4.4	34	
57	4.6	21	14	131	4.6	22	14	45	4.6	24	16	335	4.6	28	18	460	4.6	34	
54	4.8	22	14	124	4.8	23	14	42	4.8	25	16	318	4.8	28	18	440	4.8	34	
51	5.0	23	14	118	5.0	24	14	41	5.0	26	16	304	5.0	28	17	420	5.0	34	
49	5.2	23	13	112	5.2	25	14	39	5.2	27	16	290	5.2	29	17	400	5.2	34	
46	5.4	24	13	107	5.4	26	14	38	5.4	28	16	277	5.4	30	17	384	5.4	34	
44	5.6	25	13	102	5.6	27	14	36	5.6	29	16	265	5.6	31	17	368	5.6	34	
42	5.8	26	13	97	5.8	28	14	35	5.8	30	16	254	5.8	32	17	350	5.8	35	
40	6.0	27	14	92	6.0	29	15	34	6.0	31	16	244	6.0	33	17	330	6.0	35	
38	6.2	28	14	88	6.2	30	15	33	6.2	32	16	234	6.2	34	16	320	6.2	37	
36	6.4	29	14	84	6.4	31	15	32	6.4	33	16	224	6.4	35	16	310	6.4	38	
34	6.6	30	13	80	6.6	32	15	31	6.6	34	16	216	6.6	36	16	300	6.6	40	
32	6.8	31	12	76	6.8	33	15	30	6.8	35	16	208	6.8	37	16	290	6.8	41	
31	7.0	32	12	73	7.0	34	14	29	7.0	36	16	199	7.0	39	17	280	7.0	42	
29	7.2	33	11	69	7.2	35	15	28	7.2	37	16	192	7.2	40	17	270	7.2	43	
28	7.3	34	11	66	7.4	36	14	27	7.4	38	16	184	7.4	41	17	260	7.4	44	
26	7.6	35	10	63	7.8	38	14	26	7.6	39	16	176	7.6	42	17	250	7.6	46	
24	7.8	36	9	60	7.9	39	14	25	7.8	40	16	171	7.8	43	17	240	7.8	47	
23	8.0	37	9	58	8.0	39	14	24	8.0	41	16	166	8.0	44	17	230	8.0	48	
22	8.1	38	9	56	8.1	40	13	23	8.2	42	16	161	8.2	45	16	220	8.2	49	
20	8.4	39	8	53	8.2	41	13	22	8.5	44	16	153	8.4	46	16	210	8.4	50	
19	8.6	40	8	51	8.4	42	12	21	8.6	46	16	148	8.6	47	17	200	8.6	51	
18	8.8	41	7	49	8.6	43	11	20	8.8	48	16	142	8.8	48	16	200	8.8	52	
17	9.0	42	7	47	8.8	44	11	19	9.0	49	16	136	9.0	50	17	190	9.0	54	
16	9.2	43	6	45	9.2	45	10	18	9.2	51	16	131	9.2	51	17	180	9.2	55	
15	9.4	44	6	43	9.4	46	10	17	9.4	52	16	126	9.4	52	17	170	9.4	56	
14	9.6	45	6	41	9.6	47	9	16	9.6	53	16	122	9.6	53	17	170	9.6	58	
14	10.0	48	5	38	9.8	48	9	15	9.8	54	16	117	9.8	54	17	170	9.8	59	
13	10.5	51	5	34	10.0	49	8	14	10.0	56	16	113	10.0	55	17	160	10.0	60	
13	10.1	49	5	33	10.2	48	8	13	10.2	55	16	109	10.2	54	16	160	10.2	61	
12	10.4	47	5	31	10.4	47	8	12	10.4	53	16	104	10.4	53	17	150	10.4	62	
12	10.6	47	5	30	10.6	47	8	11	10.6	53	16	100	10.6	53	17	150	10.6	63	
11	10.8	46	5	28	10.8	46	7	10	10.8	51	16	95	10.8	52	17	144	10.8	65	
10	11.3	45	4	27	11.0	45	7	9	11.0	49	16	92	11.0	51	17	139	11.0	66	
9	11.4	45	4	25	11.3	44	7	8	11.2	47	16	89	11.2	52	17	139	11.2	67	
9	11.6	45	4	24	11.4	44	6	7	11.4	44	16	84	11.4	52	17	127	11.4	68	
8	11.8	44	4	23	11.6	43	6	6	11.6	43	16	80	11.6	54	17	120	11.6	70	
7	12.0	43	3	21	11.8	42	6	5	11.8	42	16	75	11.8	55	17	115	11.8	71	
7	12.0	43	3	21	12.0	41	5	4	12.0	41	17	74	12.0	56	17	98	12.0	72	

PERALTE MAXIMO = 12.0%

- 1) EL PERALTE FUE CALCULADO SEGÚN EL MÉTODO "S" RECOMENDADO POR LA AASHTO, 2004, QUINTA EDICIÓN.
 - 2) EL PERALTE SE REPARTIRÁ PROPORCIONALMENTE A LA LONGITUD DE ESPIRAL, OBTENIENDO SER EL PC O PT EL PUNTO MEDIO DE DICHA ESPIRAL.
 - 3) EN LAS CURVAS CON PERALTE CALCULADO MENOR QUE LA PENDIENTE DE DORMEO SE RECOMIENDA USAR COMO PERALTE LA PENDIENTE DEL BOMBEO.
 - 4) EL PUNTO DEL DORMEO NORMAL AL 0% EN EL PRINCIPIO O EL FINAL DE LA ESPIRAL (TE O ET) DEBE HACERSE PROPORCIONALMENTE A LA DISTANCIA DE LAS LONGITUDES DE ESPIRAL O DE TRANSICIÓN, FUNCIÓN CALCULADAS SEGÚN LAS PENDIENTES DE DESARROLLO DEL PERALTE INDICADAS ARRIBA Y RECOMENDADAS POR LA AASHTO, 2004, QUINTA EDICIÓN, PERO NO MAYORES QUE LONGITUD MÁXIMA DE ESPIRAL.
 - 5) LOS MÍNIMOS VALORES DE LONGITUD DE ESPIRAL O DE TRANSICIÓN, SON LOS CORRESPONDIENTES A LA DISTANCIA RECORRIDA EN 2 SEGUINDOS, A LA VELOCIDAD DE DISEÑO.
 - 6) LAS LÍNEAS GRUESAS MUESTRAN EL MÁXIMO RADIO PARA USO DE ESPIRAL DE TRANSICIÓN (AASHTO 2004, pp. 187).
- * A POLICY ON GEOMETRIC DESIGN OF RURAL HIGHWAY AND STREETS, AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS
by EDWIN PAUL SAWYER-MERRILL, 1932-1937

**CUADRO 3.13 (Continuación)
PERALTE RECOMENDADO, LONGITUD DE TRANSICIÓN Y DISTANCIA DE BOMBEO**

e máximo = 12.0% B.N. = 3.0% ANCHO DE CALZADA = 7.20 m

RADIO	70 KPH 1:102				80 KPH 1:200				90 KPH 1:313				100 KPH 1:527				110 KPH 1:344			
	e%	La	Da		e%	La	Da		e%	La	Da		e%	La	Da		e%	La	Da	
2000	B.N.			2010	0.70			3040	0.70			3720	0.70			4200	0.70			
1510	2.0	30		1870	2.0	45		2270	2.0	50		2770	2.0	50		3100	2.0	50		
1300	2.2	30		1600	2.2	45		2000	2.2	50		2500	2.2	50		2900	2.2	50		
1250	2.4	30		1550	2.4	45		1880	2.4	50		2300	2.4	50		2700	2.4	50		
1190	2.6	30		1420	2.6	45		1730	2.6	50		2110	2.6	50		2600	2.6	50		
1060	2.8	30		1320	2.8	45		1600	2.8	50		1980	2.8	50		2300	2.8	50		
980	3.0	30	39	1220	3.0	45	45	1480	3.0	50	50	1820	3.0	50	50	2110	3.0	50	50	
914	3.2	30	37	1140	3.2	45	42	1390	3.2	50	47	1730	3.2	50	53	1970	3.2	50	58	
855	3.4	30	34	1070	3.4	45	40	1300	3.4	50	44	1640	3.4	50	49	1870	3.4	50	55	
805	3.6	30	33	1010	3.6	45	38	1230	3.6	50	42	1570	3.6	50	47	1790	3.6	50	52	
758	3.8	30	31	947	3.8	45	36	1160	3.8	50	39	1420	3.8	50	44	1650	3.8	50	49	
710	4.0	30	29	890	4.0	45	34	1100	4.0	50	38	1360	4.0	50	42	1590	4.0	50	47	
660	4.2	30	28	830	4.2	45	32	1040	4.2	50	36	1280	4.2	50	40	1480	4.2	50	44	
640	4.4	30	27	800	4.4	45	31	980	4.4	50	34	1220	4.4	50	38	1420	4.4	50	42	
615	4.6	30	25	770	4.6	45	29	940	4.6	50	33	1180	4.6	50	37	1350	4.6	50	40	
590	4.8	30	24	734	4.8	45	28	890	4.8	50	31	1130	4.8	50	35	1280	4.8	50	38	
560	5.0	30	23	702	5.0	45	27	850	5.0	50	30	1090	5.0	50	34	1240	5.0	50	37	
530	5.2	30	23	672	5.2	45	26	824	5.2	50	29	1050	5.2	50	32	1190	5.2	50	36	
513	5.4	30	22	644	5.4	45	25	790	5.4	50	28	973	5.4	50	31	1140	5.4	50	34	
490	5.6	30	21	618	5.6	45	24	750	5.6	50	27	930	5.6	50	30	1100	5.6	50	33	
472	5.8	30	20	594	5.8	45	23	720	5.8	50	26	900	5.8	50	29	1060	5.8	50	32	
454	6.0	30	19	572	6.0	45	22	700	6.0	50	25	867	6.0	50	28	1020	6.0	50	31	
436	6.2	41	20	551	6.2	45	22	678	6.2	50	24	837	6.2	50	27	981	6.2	50	30	
420	6.4	42	20	531	6.4	45	22	654	6.4	50	23	806	6.4	50	26	948	6.4	50	29	
405	6.6	43	20	512	6.6	45	22	632	6.6	51	23	781	6.6	50	25	917	6.6	50	28	
391	6.8	45	20	494	6.8	45	22	611	6.8	52	23	758	6.8	50	25	888	6.8	50	27	
377	7.0	46	20	478	7.0	50	21	591	7.0	54	23	731	7.0	57	24	859	7.0	57	27	
364	7.2	47	20	462	7.2	52	22	572	7.2	55	23	708	7.2	50	25	834	7.2	54	27	
352	7.4	49	20	447	7.4	53	21	554	7.4	57	23	686	7.4	61	25	810	7.4	55	28	
340	7.6	50	20	433	7.6	55	22	537	7.6	58	23	666	7.6	62	24	790	7.6	57	28	
329	7.8	51	20	420	7.8	56	22	521	7.8	60	23	648	7.8	64	25	764	7.8	59	27	
318	8.0	52	20	407	8.0	58	22	506	8.0	61	23	628	8.0	66	25	743	8.0	71	27	
309	8.2	54	20	395	8.2	59	22	491	8.2	63	23	610	8.2	67	25	723	8.2	72	28	
299	8.4	55	20	383	8.4	61	22	480	8.4	64	23	590	8.4	69	25	710	8.4	73	28	
290	8.6	56	20	373	8.6	61	22	477	8.6	65	23	577	8.6	71	25	696	8.6	75	27	
281	8.8	58	20	372	8.8	62	22	464	8.8	66	23	563	8.8	72	25	688	8.8	76	27	
273	9.0	59	20	361	9.0	64	22	451	9.0	68	23	547	9.0	74	25	682	9.0	79	28	
264	9.2	60	20	351	9.2	65	22	439	9.2	69	23	533	9.2	76	25	678	9.2	81	28	
256	9.4	62	20	341	9.4	66	22	428	9.4	71	23	520	9.4	77	25	671	9.4	83	28	
249	9.6	63	20	332	9.4	66	22	416	9.4	72	23	507	9.6	79	25	666	9.6	85	27	
241	9.8	64	20	323	9.6	69	22	406	9.6	74	23	494	9.8	81	25	659	9.8	86	28	
234	10.0	65	20	314	9.8	71	22	395	9.8	75	23	482	10.0	82	25	650	10.0	88	28	
228	10.2	67	20	306	10.0	72	22	385	10.0	77	23	471	10.2	84	25	646	10.2	90	28	
219	10.4	68	20	296	10.2	74	22	375	10.2	79	23	459	10.4	85	25	639	10.4	92	27	
212	10.6	69	20	288	10.4	76	22	365	10.4	80	23	448	10.6	87	25	641	10.6	93	28	
204	10.8	71	20	279	10.6	76	22	355	10.6	82	23	438	10.8	89	25	629	10.6	95	28	
197	11.0	72	20	270	10.8	78	22	345	10.8	83	23	427	11.0	90	25	616	11.0	97	28	
189	11.2	73	20	261	11.0	79	22	335	11.0	84	23	417	11.2	92	25	605	11.2	99	27	
182	11.4	75	20	252	11.2	81	22	324	11.2	85	23	397	11.4	94	25	588	11.4	100	28	
173	11.6	76	20	242	11.4	82	22	312	11.4	86	23	382	11.6	95	25	472	11.6	102	28	
163	11.8	77	20	232	11.6	84	22	300	11.6	87	23	370	11.8	96	24	453	11.8	104	28	
143	12.0	79	20	219	11.8	85	22	285	11.8	91	23	364	11.8	97	25	440	11.8	105	28	
				194	12.0	88	22	256	12.0	92	23	328	12.0	98	25	414	12.0	108	28	

PERALTE MAXIMO = 12.0%

- 1) EL PERALTE FUE CALCULADO SEGUN EL METODO "S" RECOMENDADO POR LA AASHTO, 2004, QUINTA EDICION.
- 2) EL PERALTE SE REPARTIRA PROPORCIONALMENTE A LA LONGITUD DE ESPIRAL, DEBIENDO SER EL PC ± FT EL PUNTO MEDIO DE DICHA ESPIRAL.
- 3) EN LAS CURVAS CON PERALTE CALCULADO MENOR QUE LA PENDIENTE DE BOMBEO SE RECOMIENDA USAR COMO PERALTE LA PENDIENTE DEL BOMBEO.
- 4) EL PUNTO DEL BOMBEO NORMAL AL 0% EN EL PRINCIPIO O EL FINAL DE LA ESPIRAL (TS O ST) DEBE HACERSE PROPORCIONALMENTE A LA DISTANCIA DA.
- 5) LAS LONGITUDES DE ESPIRAL O DE TRANSICION, FUERON CALCULADAS SEGUN LAS PENDIENTES DE DESARROLLO DEL PERALTE RECOMENDADAS ARRIBA Y RECOMENDADAS POR LA AASHTO, 2004, QUINTA EDICION, PERO NO MAYORES QUE LONGITUD MAXIMA DE ESPIRAL.
- 6) LOS MENORES VALORES DE LONGITUD DE ESPIRAL O DE TRANSICION SON LOS CORRESPONDIENTES A LA DISTANCIA RECORRIDA EN 2 SEGUNDOS, A LA VELOCIDAD DE DISEÑO.
- 7) LAS UNIDADES GRUJAN MUESTRAN EL MAXIMO RADIO PARA USO DE ESPIRAL DE TRANSICION (AASHTO 2004, pp. 167).

* A POLICY ON GEOMETRIC DESIGN OF RURAL HIGHWAYS AND STREETS, AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS

By EDWIN PAUL GARCIA MARRERO, JULIO 2011

Radio de Curva	Ancho de Calzada = 7.20 m						Ancho de Calzada = 6.60 m						Ancho de Calzada = 6.00 m					
	Velocidad de Diseño (KPH)						Velocidad de Diseño (KPH)						Velocidad de Diseño (KPH)					
	50	60	70	80	90	100	50	60	70	80	90	100	50	60	70	80	90	100
3000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6
2500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7
1500	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
1000	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8
900	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9
800	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9
700	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0
600	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0
500	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1
400	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2
300	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.4	1.4
250	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9		0.9	1.0	1.1	1.1	1.2		1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	
200	0.8	0.9	1.0	1.0			1.1	1.2	1.3	1.6			1.4	1.5	1.6	1.6		
150	1.1	1.2	1.3	1.3			1.4	1.5	1.6	1.6			1.7	1.8	1.9	1.9		
140	1.2	1.3					1.6	1.6					1.8	1.9				
130	1.3	1.4					1.6	1.7					1.9	2.0				
120	1.4	1.5					1.7	1.8					2.0	2.1				
110	1.5	1.6					1.8	1.9					2.1	2.2				
100	1.6	1.7					1.9	2.0					2.2	2.3				
90	1.8						2.1						2.4					
80	2.0						2.3						2.6					
70	2.3						2.6						2.9					

FUENTE: AASHTO, 2004, pp. 211

NOTAS: Los valores mostrados son para vehículo de diseño WB-15

Valores menores de 0.6 pueden ser despreciados

Para carretera de 3 carriles, multiplique los valores indicados por 1.5

Para carretera de 4 carriles, multiplique los valores indicados por 2

Cuadro 3.14(a) Valores de Diseño para Sobrancho en Curvas de Carreteras (Dos Carriles, Una o Dos Vías)

Radio de Curva (m)	VEHÍCULO DE DISEÑO						
	SU	WB-12	WB-19	WB-20	WB-20D	WB-30T	WB-30T
3000	-0.3	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
2500	-0.3	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
2000	0.3	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1500	-0.4	-0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1
1000	-0.4	-0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2
900	-0.4	-0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2
800	-0.4	-0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2
700	-0.4	-0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.3
600	-0.5	-0.4	0.1	0.1	0.0	0.1	0.3
500	-0.5	-0.4	0.1	0.2	0.0	0.1	0.4
400	-0.5	-0.4	0.2	0.2	0.0	0.1	0.5
300	-0.6	-0.5	0.2	0.3	-0.1	0.1	0.6
250	-0.7	-0.5	0.2	0.3	-0.1	0.1	0.8
200	-0.8	-0.6	0.3	0.4	-0.1	0.2	1.0
150	-0.9	-0.7	0.4	0.6	-0.1	0.2	1.3
140	-0.9	-0.7	0.4	0.6	-0.1	0.2	1.4
130	-1.0	-0.7	0.5	0.6	-0.2	0.2	1.5
120	-1.1	-0.8	0.5	0.7	-0.2	0.3	1.6
110	-1.1	-0.8	0.6	0.8	-0.2	0.3	1.7
100	-1.2	-0.9	0.6	0.8	-0.2	0.3	1.9
90	-1.3	-0.9	0.7	0.9	-0.2	0.3	2.1
80	-1.4	-1.0	0.8	1.1	-0.2	0.4	2.4
70	-1.6	-1.1	0.9	1.2	-0.3	0.5	2.8

FUENTE: AASHTO, 2004, pp. 213

NOTAS: Los ajustes se aplican por sumar o restar estos valores a los indicados en el Cuadro 3-12(a)

Los ajustes dependen únicamente del radio y del vehículo de diseño: son independientes del ancho de rodadura y de la velocidad de diseño.

Para carretera de 3 carriles, multiplique los valores indicados por 1.5

Para carretera de 4 carriles, multiplique los valores indicados por 2

Cuadro 3.14(b) Ajuste para Diseño de Sobrancho en Curvas de Carreteras (Dos Carriles, Una o Dos Vías)

Tipo de Terreno	Rango de Pendientes P(%)
Llano o Plano	$P \leq 5$
Ondulado	$5 > P \leq 15$
Montañoso	$15 > P \geq 30$

Cuadro 3.15. Clasificación de los Terrenos en Función de las Pendientes Naturales

TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO, KPH				
	80	90	100	110	120
	Pendientes (%)*				
Plano	4	4	3	3	3
Lomerío	5	5	4	4	4
Montañoso	6	6	6	5	---

FUENTE: AASHTO, 2004, pp. 506

* En terreno montañoso o en áreas urbanas, donde el derecho de vía sea el control de diseño, las pendientes indicadas pueden incrementarse en 1%.

Cuadro 3.16. Pendiente Máxima para Autopistas Urbanas y Rurales

TIPO DE TERRENO	Máxima Pendiente (%) para la Velocidad de Diseño Especificada, KPH					
	60	70	80	90	100	110
Plano	5	5	4	4	3	3
Lomerío	6	6	5	5	4	4
Montañoso	8	7	7	6	6	5

FUENTE: AASHTO, 2004, pp. 446

Cuadro 3.17. Pendiente Máxima para Carreteras Arteriales

TIPO DE TERRENO	Máxima Pendiente (%) para la Velocidad de Diseño Especificada, KPH					
	50	60	70	80	90	100
Plano	8	7	6	6	5	5
Lomerío	9	8	7	7	6	6
Montañoso	11	10	9	9	8	8

FUENTE: AASHTO, 2004, pp. 472

Cuadro 3.18. Pendiente Máxima para Calles Arteriales

TIPO DE TERRENO	Máxima Pendiente (%) para la Velocidad de Diseño Especificada, KPH							
	30	40	50	60	70	80	90	100
Plano	7	7	7	7	7	6	6	5
Lomerío	10	10	9	8	8	7	7	6
Montañoso	12	11	10	10	10	9	9	8

FUENTE: AASHTO, 2004, pp. 423

Cuadro 3.19. Pendiente Máxima para Carreteras Colectoras Rurales

TIPO DE TERRENO	Máxima Pendiente (%) para la Velocidad de Diseño Especificada, KPH							
	30	40	50	60	70	80	90	100
Plano	9	9	9	9	8	7	7	6
Lomerío	12	12	11	10	9	8	8	7
Montañoso	14	13	12	12	11	10	10	9

NOTA: En longitudes cortas de pendiente en áreas urbanas, menores de 150 m, pendientes descendentes y de una sola vía, y en pendientes con bajos volúmenes de tránsito, las pendientes indicadas pueden incrementarse hasta en un 2%.

FUENTE: AASHTO, 2004, pp. 432

Cuadro 3.20. Pendiente Máxima para Calles Colectoras Urbanas

TIPO DE TERRENO	Máxima Pendiente (%) para la Velocidad de Diseño Especificada, KPH								
	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Plano	9	8	7	7	7	7	6	6	5
Lomerío	12	11	11	10	10	9	8	7	6
Montañoso	17	16	15	14	13	12	10	10	---

FUENTE: AASHTO, 2004, pp. 382

Cuadro 3.21. Pendiente Máxima para Carreteras Rurales (Locales)

PENDIENTE (P%)	LONGITUD CRÍTICA (m)	
	$\Delta V < 25$ KPH	$\Delta V < 40$ KPH
3	900	--
4	600	--
5	460	740
6	360	670
7	300	475
8	260	400
9	230	350

FUENTE: AASHTO, 2004, Exhibit 3-59. pp. 242

Cuadro 3.22. Longitud Crítica en Pendientes para $\Delta V < 25$ KPH y $\Delta V < 40$ KPH

Velocidad de Diseño KPH	Distancia de Visibilidad de Parada (m)	Tasa de Curvatura Vertical K	
		Calculada	Para Diseño
20	20	0.6	1
30	35	1.9	2
40	50	3.8	4
50	65	6.4	7
60	85	11.0	11
70	105	16.8	17
80	130	25.7	26
90	160	38.9	39
100	185	52.0	52
110	220	73.6	74
120	250	95.0	95

K = Longitud (m) por porcentaje de A

Cuadro 3.23. Control de Diseño para Curva Vertical en Cresta para Distancia de Visibilidad de Parada

Velocidad de Diseño KPH	Distancia de Visibilidad de Adelantamiento (m)	Tasa de Curvatura Vertical, K
		Para Diseño
30	200	46
40	270	84
50	345	138
60	410	195
70	485	272
80	540	338
90	615	438
100	670	520
110	730	617
120	775	695

K = Longitud (m) por porcentaje de A

Cuadro 3.24. Control de Diseño para Curva Vertical en Cresta para Distancia de Visibilidad de Adelantamiento

Velocidad de Diseño KPH	Distancia de Visibilidad de Parada (m)	Tasa de Curvatura Vertical K	
		Calculada	Para Diseño
20	20	2.1	3
30	35	5.1	6
40	50	8.5	9
50	65	12.2	13
60	85	17.3	18
70	105	22.6	23
80	130	29.4	30
90	160	37.6	38
100	185	44.6	45
110	220	54.4	55
120	250	62.8	63

K = Longitud (m) por porcentaje de A

Cuadro 3.25. Control de Diseño para Curva Vertical Cóncava o en Columpio

ANEXO E. COORDENADAS DEL TRAZO DE LA CALLE EN EXTENSION CSV

1	5000	5000	100	PLG1
2	5077.0918	5004.0889	98.0047	PLG2
3	5134.3711	5028.7705	98.6513	PLG3
4	4996.154	5007.3932	97.8292	Acera_Ext
5	5273.0804	5078.3447	100.9617	PLG5
6	5016.1301	5006.414	97.8763	Acera_Ext
7	5036.1061	5005.4347	97.9234	Acera_Ext
8	5056.0821	5004.4555	97.9705	Acera_Ext
9	5076.0581	5003.4763	98.0176	Acera_Ext
10	5096.0341	5002.497	98.0647	Acera_Ext
11	5116.0101	5001.5178	98.1118	Acera_Ext
12	5135.2864	5000.5729	98.1572	Acera_Ext
13	5135.9861	5000.5386	98.1595	Acera_Ext
14	5140.2089	5000.3316	98.1992	Acera_Ext
15	5140.8746	5000.302	98.2105	Acera_Ext
16	5154.6682	5001.0493	98.4586	Acera_Ext
17	5165.3866	5003.4794	98.6558	Acera_Ext
18	5172.3278	5005.9971	98.7883	Acera_Ext
19	5187.9963	5014.9956	99.1132	Acera_Ext
20	5188.2338	5015.1741	99.1181	Acera_Ext
21	5204.2223	5027.1894	99.4478	Acera_Ext
22	5220.2108	5039.2047	99.7775	Acera_Ext
23	5236.1993	5051.22	100.1073	Acera_Ext
24	5252.1878	5063.2353	100.437	Acera_Ext
25	5268.1763	5075.2506	100.7668	Acera_Ext
26	5274.7189	5080.1674	100.9017	Acera_Ext
27	4995.5224	4994.5087	97.8292	Acera_Ext
28	5015.4985	4993.5294	97.8763	Acera_Ext
29	5035.4745	4992.5502	97.9234	Acera_Ext
30	5055.4505	4991.571	97.9705	Acera_Ext
31	5075.4265	4990.5917	98.0176	Acera_Ext
32	5095.4025	4989.6125	98.0647	Acera_Ext
33	5115.3785	4988.6333	98.1118	Acera_Ext
34	5134.6548	4987.6884	98.1572	Acera_Ext
35	5135.3545	4987.6541	98.1595	Acera_Ext
36	5139.5773	4987.4471	98.1992	Acera_Ext
37	5140.3598	4987.4122	98.2105	Acera_Ext
38	5156.5726	4988.2906	98.4586	Acera_Ext
39	5169.1709	4991.147	98.6558	Acera_Ext

40	5177.3295	4994.1062	98.7883	Acera_Ext
41	5195.7462	5004.6831	99.1132	Acera_Ext
42	5195.9836	5004.8615	99.1181	Acera_Ext
43	5211.9721	5016.8768	99.4478	Acera_Ext
44	5227.9606	5028.8921	99.7775	Acera_Ext
45	5243.9491	5040.9074	100.1073	Acera_Ext
46	5259.9377	5052.9227	100.437	Acera_Ext
47	5275.9262	5064.938	100.7668	Acera_Ext
48	5282.4688	5069.8548	100.9017	Acera_Ext
49	4996.0145	5004.5466	97.2972	BordeC_Sub
50	4948.5172	5017.2828	98.2573	DEPTO
51	4958.9911	5016.761	98.2578	DEPTO
52	4959.7354	5031.1138	99.022	DEPTO
53	4959.0333	5006.154	97.7013	PRQO
54	4972.4779	5005.5085	97.7095	PRQO
55	4996.0434	5004.3381	97.6397	PRQO
56	4960.4418	4999.3757	97.7262	PRQO
57	4967.5529	4998.2554	97.7209	PRQO
58	4974.5992	4998.0913	97.6469	PRQO
59	4987.6368	4997.3862	97.6611	PRQO
60	4994.5205	4996.4914	97.7778	PRQO
61	5000.1312	4995.2497	97.704	PRQO
62	4998.3694	4958.6507	97.0078	PRQO
63	4980.8513	4969.8943	97.1369	PRQO
64	4981.9625	4996.2172	97.7446	PRQO
65	4980.2324	4996.3878	97.8184	PRQO
66	4979.5739	4985.9426	97.5472	PRQO
67	4961.989	4997.3337	97.6732	PRQO
68	4961.0751	4979.3444	97.3626	PRQO
69	4960.3387	4997.3512	97.6446	PRQO
70	4959.1619	4979.0434	97.2103	PRQO
71	4942.1257	4998.3132	97.6064	PRQO
72	4941.4087	4984.232	97.4277	PRQO
73	4925.965	5007.1433	97.0511	PRQO
74	4925.6866	5001.1656	96.8676	PRQO
75	4925.8581	5004.3814	96.9508	EJE
76	4949.4517	5003.2528	97.5778	EJE
77	4973.558	5002.0481	97.7777	EJE
78	4985.9866	5001.4238	97.7332	EJE
79	4995.8382	5000.9509	97.7592	EJE
80	5002.7777	4985.2092	97.0209	PBASE

81	5006.214	4969.9386	96.7647	CAMPO
82	5016.7972	4969.9689	96.8491	CAMPO
83	5027.0652	4969.4696	96.8887	CAMPO
84	5026.9932	4978.0285	97.3744	ARBOL
85	5014.2633	4984.6896	97.0512	CAMPO
86	5003.8096	4986.1443	97.0166	CAMPO
87	5003.6561	5006.4797	97.79	CAMPO
88	5004.2413	5019.5067	98.0844	CAMPO
89	5004.6154	5029.6758	98.629	CAMPO
90	5017.2436	5028.8802	98.6451	CAMPO
91	5025.787	5027.0265	99.13	CAMPO
92	5030.6579	5011.5694	98.0281	ARBOL
93	5029.5654	4998.1917	97.3265	CAMPO
94	5018.244	4998.7154	97.6401	CAMPO
95	5042.86	5025.3838	98.3102	CAMPO
96	5042.3457	5013.1656	97.9683	CAMPO
97	5044.8562	5014.0117	98.2375	ARBOL
98	5050.7529	5023.8134	98.8538	CAMPO
99	5045.6889	5002.2812	97.5849	CAMPO
100	5000	5000	99.0672	BM
101	5045.8723	4982.4448	97.2935	CAMPO
102	5047.1437	4965.631	96.947	CAMPO
103	5060.0314	4966.1184	97.0497	CAMPO
104	5061.077	4978.2448	97.3401	CAMPO
105	5060.4854	4991.2854	97.5652	CAMPO
106	5061.5032	5000.4995	97.7731	CAMPO
107	5064.6096	5009.9075	98.1092	CAMPO
108	5067.4472	5015.5008	98.162	CAMPO
109	5079.3025	5010.8925	98.1565	CAMPO
110	5015.9905	5003.5674	97.3443	BordeC_Sub
111	5035.9665	5002.5882	97.3914	BordeC_Sub
112	5055.9425	5001.6089	97.4385	BordeC_Sub
113	5075.9186	5000.6297	97.4856	BordeC_Sub
114	5095.8946	4999.6505	97.5327	BordeC_Sub
115	5115.8706	4998.6712	97.5798	BordeC_Sub
116	5135.1468	4997.7263	97.6252	BordeC_Sub
117	5135.8466	4997.692	97.6275	BordeC_Sub
118	5140.0693	4997.485	97.6672	BordeC_Sub
119	5140.7609	4997.4542	97.6785	BordeC_Sub
120	5000.3088	4996.5095	97.5635	PRUEBA1
121	5048.6464	5016.8985	98.3761	ARBOL

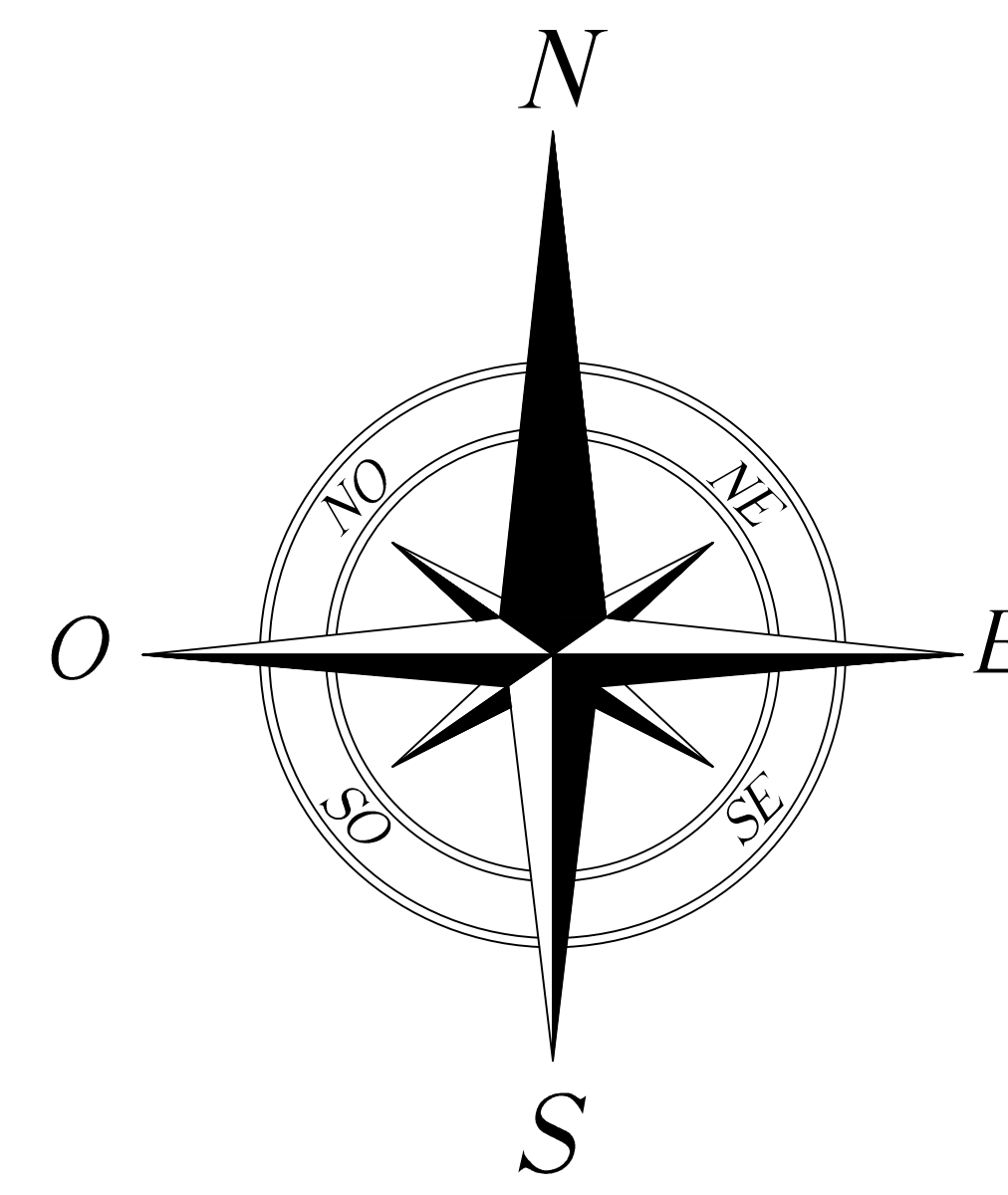
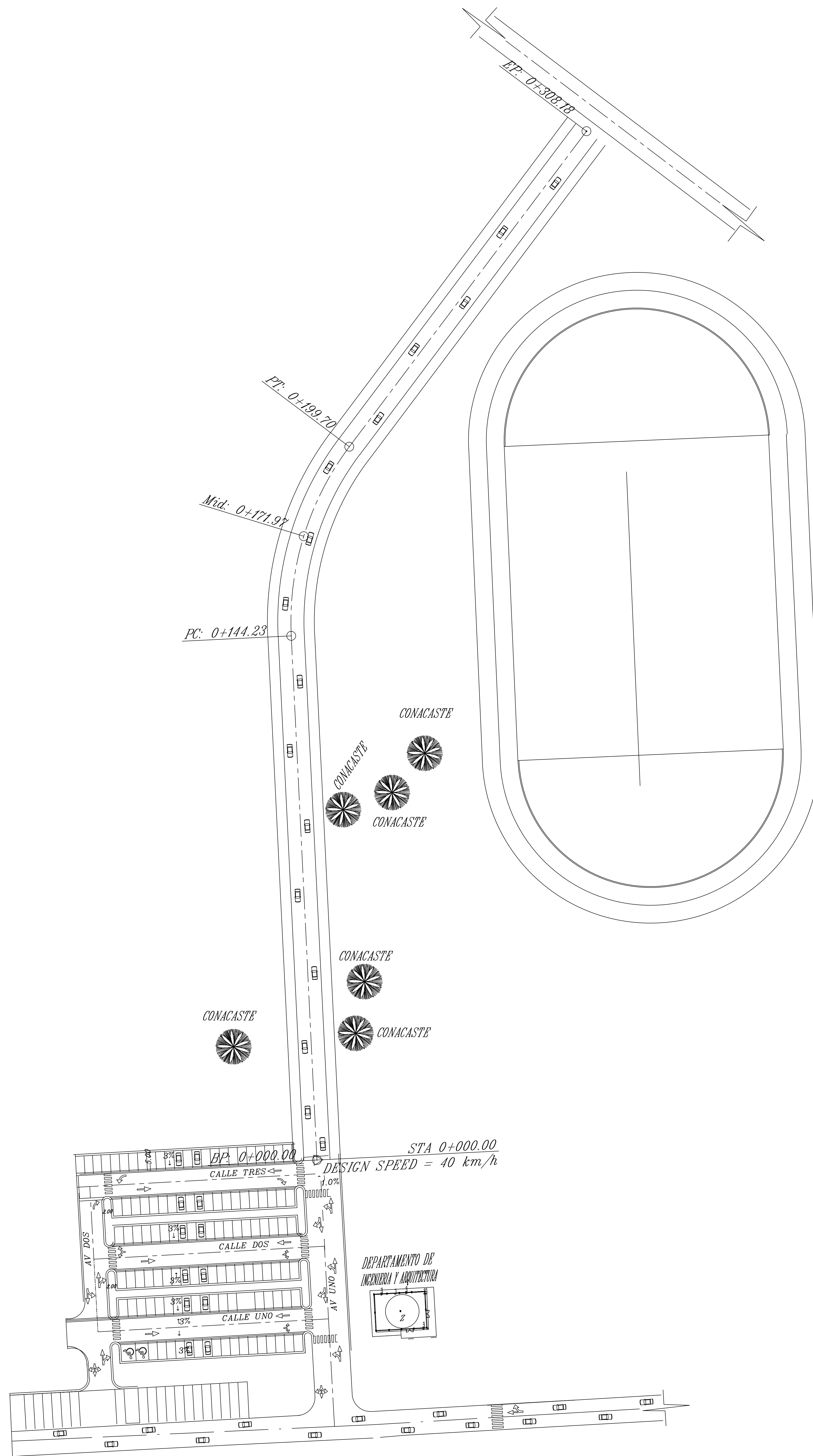
122	5061.977	5072.495	99.3655	CANCHA
123	5091.5128	5072.0156	99.378	CANCHA
124	5090.9422	5055.0133	99.3928	CANCHA
125	5075.6482	5008.8586	98.0768	PRUEBADISTANCIA
126	5061.6796	5017.9134	98.126	CAMPO
127	5077.9089	5022.9937	98.4492	CAMPO
128	5095.52	5017.8437	98.3691	CAMPO
129	5100.365	5000.9072	98.0331	CAMPO
130	5092.1306	5008.1584	98.2803	ARBOL
131	5096.1628	4982.5056	97.6515	CAMPO
132	5112.3031	4983.8052	97.7966	CAMPO
133	5126.9118	4986.1185	97.902	CAMPO
134	5123.6449	4995.4235	98.064	CAMPO
135	5077.0646	5004.0772	98.0076	PRUEBAPLG2
136	5115.6178	5006.5909	98.3604	ARBOL
137	5135.696	4987.6892	97.9915	CAMPO
138	5135.8565	5000.9175	98.4365	CAMPO
139	5161.4045	4985.8767	98.1244	CAMPO
140	5159.8251	5001.8366	98.4171	CAMPO
141	5182.1705	4993.0805	98.3963	CAMPO
142	5178.2501	5017.3783	98.7541	CAMPO
143	5183.5642	5045.4812	99.2438	CAMPO
144	5147.4103	5024.5683	98.7869	CAMPO
145	5137.8259	5019.9512	98.65	CAMPO
146	5123.5789	5026.3754	98.6719	CAMPO
147	5096.8371	5021.5671	98.5895	ARBOL
148	5107.6343	5030.5567	98.883	ARBOL
149	5077.096	5004.0924	98.017	PRUEBAPLG32DAVEZ
150	5214.62	5051.3442	99.7154	PLG4
151	5134.3875	5028.7751	98.673	PRUEBAPLG4QES150
152	5166.5616	5031.2601	99.0114	ARBOL
153	5168.7389	5019.7799	98.7342	CAMPO
154	5181.855	5019.8963	98.8045	CAMPO
155	5180.775	5027.7263	98.9672	CAMPO
156	5179.7898	5039.5454	99.1033	CAMPO
157	5177.8261	5050.7466	99.2404	CAMPO
158	5178.5932	5074.932	99.7083	CAMPO
159	5188.42	5076.502	99.8281	CAMPO
160	5197.7541	5075.5497	99.8973	CAMPO
161	5215.2231	5075.1026	99.9787	CAMPO
162	5220.0234	5056.8593	99.8502	CAMPO

163	5220.422	5050.2298	99.9792	ARBOL
164	5223.6605	5038.8693	99.6944	CAMPO
165	5207.6766	5034.2124	99.3975	CAMPO
166	5196.1379	5044.344	99.3921	CAMPO
167	5233.7381	5069.1082	100.2256	CAMPO
168	5225.7318	5083.1438	100.3197	ARBOL
169	5245.5653	5087.6835	100.5685	CAMPO
170	5250.1242	5071.8839	100.5191	CAMPO
171	5251.2701	5056.6083	100.3049	CAMPO
172	5253.6076	5038.9714	100.1315	CAMPO
173	5214.5795	5051.3255	99.6656	PRUEBAPLG4QES150
174	5264.7318	5071.9803	100.6831	CAMPO
175	5239.9714	5083.9983	100.3998	CAMPO
176	5238.2062	5091.9523	100.4559	CAMPO
177	5250.033	5101.3709	100.6825	CAMPO
178	5260.9142	5102.596	100.7739	CAMPO
179	5269.1564	5092.1237	100.6701	CERCO
180	5273.1436	5084.4393	100.7445	CERCO
181	5277.0345	5077.6475	100.8251	CAACCESO
182	5280.1532	5072.3748	100.8384	CAACCESO
183	5271.3641	5052.5419	100.647	CAMPO
184	5286.1789	5052.9138	100.7847	CAMPO
185	5300.0439	5062.4514	100.7508	CAESCUELA
186	5295.2065	5069.736	100.6519	CAESCUELA
187	5294.1836	5073.5819	100.7228	CAESCUELAACCESO
188	5292.0234	5077.5043	100.6254	CAESCUELAACCESO
189	5288.4559	5081.9836	100.5919	CAESCUELA
190	5281.8396	5091.969	100.4338	CAESCUELA
191	5277.7034	5099.5899	100.5736	CAESCUELA
192	5268.9455	5109.1859	99.9209	CALLE
193	5275.6494	5098.0392	100.0332	CALLE
194	5280.6808	5090.5007	100.1683	CALLE
195	5287.3348	5081.0796	100.3046	CALLE
196	5292.8425	5070.8865	100.4273	CALLE
197	5290.9252	5068.4966	100.5263	CALLE
198	5286.9476	5074.5011	100.5006	EJE
199	5279.5045	5086.39	100.3224	EJE
200	5155.0889	4998.2305	97.9266	BordeC_Sub
201	5274.9237	5094.3132	100.1355	EJE
202	5269.8161	5103.0513	100.0123	EJE
203	5268.4854	5101.2308	99.9005	CALLE

204	5270.8591	5096.3202	99.9856	CALLE
205	5277.4172	5084.4008	100.1662	CALLE
206	5279.5851	5079.7481	100.2439	CALLE
207	5283.4765	5074.1051	100.2757	CALLE
208	5255.0396	5065.9784	100.467	CA
209	5230.2103	5059.9312	100.01	CA
210	5166.2226	5000.7548	98.1238	BordeC_Sub
211	5173.4328	5003.37	98.2563	BordeC_Sub
212	5189.7085	5012.7173	98.5812	BordeC_Sub
213	5189.9459	5012.8957	98.5861	BordeC_Sub
214	5205.9344	5024.911	98.9158	BordeC_Sub
215	5221.923	5036.9263	99.2455	BordeC_Sub
216	5237.9115	5048.9416	99.5753	BordeC_Sub
217	5253.9	5060.957	99.905	BordeC_Sub
218	5269.8885	5072.9723	100.2348	BordeC_Sub
219	5276.4311	5077.889	100.3697	BordeC_Sub
220	4995.662	4997.3553	97.2972	BordeC_Sub
221	5015.638	4996.376	97.3443	BordeC_Sub
222	5035.614	4995.3968	97.3914	BordeC_Sub
223	5055.59	4994.4176	97.4385	BordeC_Sub
224	5075.566	4993.4383	97.4856	BordeC_Sub
225	5095.542	4992.4591	97.5327	BordeC_Sub
226	5115.5181	4991.4799	97.5798	BordeC_Sub
227	5134.7943	4990.5349	97.6252	BordeC_Sub
228	5135.4941	4990.5006	97.6275	BordeC_Sub
229	5139.7168	4990.2936	97.6672	BordeC_Sub
230	5140.4735	4990.26	97.6785	BordeC_Sub
231	5156.1518	4991.1094	97.9266	BordeC_Sub
232	5168.3348	4993.8716	98.1238	BordeC_Sub
233	5176.2245	4996.7333	98.2563	BordeC_Sub
234	5194.034	5006.9614	98.5812	BordeC_Sub
235	5194.2715	5007.1399	98.5861	BordeC_Sub
236	5210.26	5019.1552	98.9158	BordeC_Sub
237	5226.2485	5031.1705	99.2455	BordeC_Sub
238	5242.237	5043.1858	99.5753	BordeC_Sub
239	5258.2255	5055.2011	99.905	BordeC_Sub
240	5274.214	5067.2164	100.2348	BordeC_Sub
241	5280.7566	5072.1332	100.3697	BordeC_Sub
242	4995.8382	5000.9509	97.3692	COR_Sub
243	5015.8143	4999.9717	97.4163	COR_Sub
244	5035.7903	4998.9925	97.4634	COR_Sub

245	5055.7663	4998.0132	97.5105	COR_Sub
246	5075.7423	4997.034	97.5576	COR_Sub
247	5095.7183	4996.0548	97.6047	COR_Sub
248	5115.6943	4995.0756	97.6518	COR_Sub
249	5134.9706	4994.1306	97.6972	COR_Sub
250	5135.6703	4994.0963	97.6995	COR_Sub
251	5139.8931	4993.8893	97.7392	COR_Sub
252	5140.6172	4993.8571	97.7505	COR_Sub
253	5155.6204	4994.67	97.9986	COR_Sub
254	5167.2787	4997.3132	98.1958	COR_Sub
255	5174.8287	5000.0516	98.3283	COR_Sub
256	5191.8713	5009.8393	98.6532	COR_Sub
257	5192.1087	5010.0178	98.6581	COR_Sub
258	5208.0972	5022.0331	98.9878	COR_Sub
259	5224.0857	5034.0484	99.3175	COR_Sub
260	5240.0742	5046.0637	99.6473	COR_Sub
261	5256.0627	5058.079	99.977	COR_Sub
262	5272.0512	5070.0943	100.3068	COR_Sub
263	5278.5939	5075.0111	100.4417	COR_Sub
264	4995.8382	5000.9509	97.3692	COR_Sub
265	5015.8143	4999.9717	97.4163	COR_Sub
266	5035.7903	4998.9925	97.4634	COR_Sub
267	5055.7663	4998.0132	97.5105	COR_Sub
268	5075.7423	4997.034	97.5576	COR_Sub
269	5095.7183	4996.0548	97.6047	COR_Sub
270	5115.6943	4995.0756	97.6518	COR_Sub
271	5134.9706	4994.1306	97.6972	COR_Sub
272	5135.6703	4994.0963	97.6995	COR_Sub
273	5139.8931	4993.8893	97.7392	COR_Sub
274	5140.6172	4993.8571	97.7505	COR_Sub
275	5155.6204	4994.67	97.9986	COR_Sub
276	5167.2787	4997.3132	98.1958	COR_Sub
277	5174.8287	5000.0516	98.3283	COR_Sub
278	5191.8713	5009.8393	98.6532	COR_Sub
279	5192.1087	5010.0178	98.6581	COR_Sub
280	5208.0972	5022.0331	98.9878	COR_Sub
281	5224.0857	5034.0484	99.3175	COR_Sub
282	5240.0742	5046.0637	99.6473	COR_Sub
283	5256.0627	5058.079	99.977	COR_Sub
284	5272.0512	5070.0943	100.3068	COR_Sub
285	5278.5939	5075.0111	100.4417	COR_Sub

**ANEXO F. PLANO DE
CALLE TRAZADA EN
LA UES**



PLANO DE UBICACION

CONTENIDO:
TRAZO DE CALLE EN LA UES FMO.

UBICACION:
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL.

ESCALA: ESCALAS; 1:750

FECHA: JUNIO DE 2013

PRESENTAN:
ALVAREZ BENAVIDES, JUAN FERNANDO
NOBLE PORTILLO, SERGIO ADGUSTO.
RAMOS RODRIGUEZ, EDUARDO JONATHAN.

