



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Carrera de Ingeniería Civil

PRÁCTICA SUPERVISADA

**“RELEVAMIENTO TOPOGRAFICO VIAL URBANO
PARA PROYECTO EJECUTIVO NUDO VIAL PLAZA
ESPAÑA”**

Autor: Guerra, Hugo Guillermo

Tutor: Mgter. Ing. Baruzzi, Alejandro

Supervisor externo: Mgter. Ing. Dapás, Oscar M.

AÑO 2017

AGRADECIMIENTOS

Principal y especialmente a mis padres, Victor Hugo y Raquel, por darme la posibilidad de seguir mis estudios, a la distancia, con todo el esfuerzo que ello conlleva estando siempre, brindándome su incondicional apoyo y enseñarme desde primer momento que, con trabajo, dedicación y ganas las cosas buenas siempre llegan. A mis hermanos que también estuvieron a mi lado para aconsejarme y apoyarme en todo momento. Junto a ellos, mis sobrinos y cuñados que siempre de alguna u otra forma terminan siendo necesarios, brindando su querer. En sí, a toda mi familia que siempre estuvo para dar los mejores de sus deseos hacia mí y brindarme su afecto siempre necesario.

A la Universidad Nacional de Córdoba, puntualmente a la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales por abrirme sus puertas favoreciendo mi formación académica y también como persona, de forma gratuita, mediante el excelente material humano de profesionales y administrativos que brinda día a día su dedicación para formar profesionales de diversas índoles que colaboran con el crecimiento del país.

A la Catedra de Diseño Vial Urbano. Maestría en Ciencias de la Ingeniería. Mención en Transporte por darme esta posibilidad de realizar mi practica supervisada participando en el desarrollo del proyecto ejecutivo de Plaza España que considero muy importante.

Al Mgter. Ing. Alejandro Baruzzi por la muy buena predisposición para ser mi tutor interno y conseguirme esta posibilidad, por brindarme toda su ayuda y los conocimientos que me fueran necesarios.

A mi tutor, el Mgter. Ing. Oscar M. Dapás por todos sus consejos, enseñanzas y el tiempo brindado para poder realizar la práctica.

A mis amigos de la Facultad: Federico Matzenbacher, Martin Amato, Oreste Gioda, Francisco Mortara, Francisco Cassani, Alejandro Sandoval, Martin Yrazabal, Raul Gervan, Guillermo Bobone, Luis Bas, Lucas Cisternas, Bernardo Derendinger, Cristhian Rodriguez, Gastón Sánchez Conci, Maximilian Stäbler, Leonardo Matwiczuk, Rodrigo Romero, Javier Chipolla, Matías Almenara, Valentina Zorat , Sol Martinez, Victoria Flores Nieto, Solange Ferreira y muchos otros más por todos los años de estudios, momentos compartidos y el apoyo que siempre nos brindábamos mutuamente para lograr esta meta que todos de a poco fuimos y estamos consiguiendo.

A mis amigos de la vida: Santiago Godino, Diego Origlia, Matias Farina, Diego Gimenez, Guillermo Fenoglio, Agustin Trabucco, Ignacio Isnardi, Cesar Ingignioli, Franco Porcelano, Ignacio Soria, Emanuel Mensegues, Julian Etcheberry, Nicolas Lugarisaristi, Kevin Molina, Jesica Androetto, Juliana Perlo, Veronica Spiatta, Valeria Castro, Dolores Gallo, Paula Mezzo, Elina Orihuela, Florencia Gilli, Noelia Roman, Nerea Zarate, Laura Herrera y otros varios más, que de seguro me faltan por nombrar, por su amistad que a pesar de los tiempos sin vernos, las distancias y cualquier otro motivo, siempre de alguna u otra forma estuvieron presente en mi trayecto por el estudio de la ingeniería, interesándose y brindándome siempre su apoyo.

Título: Relevamiento Topográfico Vial Urbano para Proyecto Ejecutivo Nudo Vial Plaza España.

Autor: Guerra, Hugo Guillermo

Carrera: Ingeniería Civil

Matrícula: 34.272.597

Plan: 20105

Palabras claves: Relevamiento, Levantamiento, Topografía, Replanteo, Estación Total.

Resumen

Como en todo el mundo, los proyectos ingenieriles de cualquier índole son necesarios para la solución a un problema o necesidad conforme al desarrollo mismo de la humanidad. Este desarrollo debe realizarse de una manera sustentable y económica, efectivizando todo tipo de labor, procesos, materiales y demás factores factibles de ser modificados para su optimización, minimizando de esta manera los efectos que dicho proyecto cause sobre el medio ambiente circundante. Parte de esta eficiencia hace a la calidad y exactitud con la que deben realizarse dichos trabajos y procesos que definen el proyecto en sí.

Una de dichas tareas, es la topográfica que comienza en el instante mismo que se crea la necesidad de proyectar una obra, siendo parte necesaria para lograr la exactitud que previamente se habló.

En el presente informe, se describirán las tareas que se han realizado bajo los lineamientos de la Práctica Supervisada, la cual es un requisito necesario para poder terminar los estudios de la carrera Ingeniería Civil, dándome ésta, la posibilidad de relacionar los temas visto en las distintas materias vinculándolos unos con otros, observando la puesta en práctica para un proyecto real.

En primera medida se le dará un marco de referencia al proyecto, brindando una detallada descripción de la problemática en sí, la ubicación de la zona de proyecto y una enumeración de los objetivos que con dicho proyecto se plantean abordar.

Luego se tratarán de manera conceptual los temas básicos y necesarios sobre topografía vial que se lleva a cabo en estos tipos de obras, comenzando desde una breve descripción de los instrumentos utilizados hasta de los propios métodos empleados con sus respectivos errores tolerables.

Se seguirá con una descripción de las tareas realizadas en campaña, describiendo prácticamente su secuencia e intención. Además, se ira ejemplificando esto mediante distintas imágenes y resultados obtenidos.

Finalmente, se analizarán los resultados obtenidos que servirán de apoyo a futura entidad encargada de la realización del mismo y se brindara una conclusión general de la experiencia vivida en la realización de dicha práctica.

CAPITULO I: Marco de Desarrollo del Informe Técnico.....	10
1.1 ÁMBITO DE DESARROLLO	10
1.2 PLAN DE ACTIVIDADES.....	10
1.3 OBJETIVOS DE LA PRACTICA SUPERVISADA.....	10
1.4 OBJETIVOS PERSONALES	11
CAPITULO II: Generalidades del Proyecto	13
2.1 INTRODUCCIÓN	13
2.2 PROBLEMÁTICA	13
2.3 UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	14
2.4 PRESENTACION DEL PROYECTO	15
2.5 OBRAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS	18
2.6 OBJETIVOS DEL TRABAJO	18
CAPITULO III: Marco Teórico de Análisis Integral	21
3.1 CONCEPTO DE TOPOGRAFIA.....	21
3.2 SISTEMA DE APOYO	22
3.2.1 Sistema de Referencia	23
3.2.2 Marco de Referencia.....	29
3.3 SISTEMA DE APOYO EN OBRAS VIALES.....	30
3.3.1 Diseño.....	30
3.3.2 Sistema y Marco de Referencia Horizontal.....	31
3.3.3 Sistema y Marco de Referencia Veritcal.....	32
3.4 ABALIZAMIENTO	32
3.5 MEDICION DE DISTANCIAS	33
3.5.1 Medición con Cinta	33
3.5.2 Medición a Pasos	34
3.6 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO.....	36
3.6.1 MDE - Modelo Digital de Elevaciones.....	36
3.6.2 Muestreo para MDE.....	37
3.7 RELEVAMIENTO DE DETALLES	38
3.7.1 Información a Relevar – Zona Urbana.....	38
3.8 METODO DE MEDICION Y POSICIONAMIENTO	39

3.9	INSTRUMENTOS A UTILIZAR.....	42
3.9.1	<i>Estación Total</i>	42
3.9.2	<i>Sistema de Posicionamiento Global (GPS)</i>	42
3.9.3	<i>Cinta y Ruleta</i>	45
CAPITULO IV: Tareas de Campo.....		47
4.1	INTRODUCCION.....	47
4.2	SISTEMA DE APOYO.....	47
4.2.1	<i>POLIGONAL DE BASE</i>	47
4.2.2	<i>SISTEMA DE REFERENCIA LOCAL - INICIALIZACION</i>	48
4.2.3	<i>PUNTOS FIJOS</i>	48
4.2.4	<i>ABALIZAMIENTO DE PUNTOS FIJOS</i>	50
4.3	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO Y RELEVAMIENTO DE DETALLES.....	56
4.3.1	<i>INTRODUCCION</i>	56
4.3.2	<i>PROCEDIMIENTO COMUN</i>	56
4.3.3	<i>PLAZA ESPAÑA</i>	58
4.3.4	<i>HIPOLITO YRIGOYEN SUR</i>	59
4.3.5	<i>BOULEVARD CHACABUCO NORTE</i>	61
4.3.6	<i>HIPOLITO YRIGOYEN NORTE</i>	62
4.3.7	<i>POETA LUGONES</i>	63
4.3.8	<i>PARQUE SARMIENTO</i>	64
4.3.9	<i>CONCLUSIONES</i>	66
4.4	INTERFERENCIAS.....	67
4.4.1	<i>PLANIALTIMETRIA DEL TUNEL</i>	67
4.4.2	<i>PLANIALTIMETRIA DE DESAGUE</i>	71
4.4.3	<i>APERTURA DE CALLE Y OBRAS COMPLEMENTARIAS</i>	72
4.4.4	<i>CONCLUSIONES</i>	74
CAPITULO V: Tareas de Gabinete.....		76
5.1	INTRODUCCION.....	76
5.2	ANALISIS DE DATOS Y CONFECCION DE PLANOS.....	76
5.2.1	<i>UBICACIÓN PUNTOS FIJOS</i>	76
5.2.2	<i>PLANO DE TRIANGULACION</i>	77
5.2.3	<i>MODELO DIGITAL DEL TERRENO</i>	78
5.2.4	<i>PLANO TOPOGRAFICO GENERAL. SITUACION ACTUAL</i>	80
5.2.5	<i>REPLANTEO. DISEÑO GEOMETRICO</i>	82

5.2.6 CONCLUSIONES.....	83
CAPITULO VI: Recomendaciones y Conclusiones	85
6.1 RECOMENDACIONES.....	85
6.2 CONCLUSIONES	85
CAPITULO VII: Bibliografía.....	86
7.1 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y PÁGINAS WEB.....	86
ANEXO	87
A1 Plano Ubicación Puntos Fijos y Poligonal de Base. “PPE-Planimetría-PF”	87
A2 Plano de Abalizado Puntos Fijos. “PPE-PF-Abalizado”	87
A3 Plano Situación Actual – MDT, zona Parque Sarmiento. “PPE-Planialtimetria-Situación Actual 01”.....	87
A4 Plano Situación Actual – MDT, zona Plaza España. “PPE-Planialtimetria-Situación Actual 02”.....	87
A5 Plano Situación Actual con Proyecto, zona Parque Sarmiento. “PPE-Planialtimetria-Situacion Actual con Proyecto 01”	87
A6 Plano Situación Actual con Proyecto, zona Plaza España. “PPE-Planialtimetria-Situacion Actual con Proyecto 02”	87
A7 Plano Perfil Longitudinal Traza del Túnel Proyectoado. “PPE-Perfil Longitudinal-Traza Túnel”	87
A8 Plano Replanteo del Proyecto. “PPE-Planimetría-Replanteo”	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de la Ciudad de Córdoba dentro del territorio argentino.	14
Figura 2: Plaza España y Zonas Cercanas.....	15
Figura 3: Resultados del Estudio de Transito realizado por ISIT.	16
Figura 4: Propuesta planteada previo al estudio de tránsito.....	16
Figura 5: Planteo aproximado de la opción a proyectar.	17
Figura 6: Vista superior del diseño de Plaza España y el túnel.....	17
Figura 7: Representación Elipsoide, Geoide y Terreno Natural.	22
Figura 8: Representación de Longitud y Latitud	24
Figura 9: Tangencia del Elipsoide y Geoide.....	25
Figura 10: Parámetros del Elipsoide de Revolución.	25
Figura 11: Elipsoides Global y Regional.....	26
Figura 12: Elipsoides Regionales.	26
Figura 13: Datum Centrado y Datum Local.....	27
Figura 14: Esquema de los tres tipos de sistemas de referencias.	29
Figura 15: Punto Trigonométrico.	30
Figura 16: Punto Altimétrico.	30

Figura 17: Poligonal de Apoyo de Obra Vial.	31
Figura 18: Sistema de Coordenadas Rectangulares en una Obra Vial – Progresivado en Obra Vial	32
Figura 19: Esquema de Abalizamiento de un Punto.	33
Figura 20: Ficha Fuera y Dentro en una Medición.	34
Figura 21: Medición de Distancia a Pasos con Error.	35
Figura 22: Relación entre Levantamiento Topográfico, Detalles y MDT.	38
Figura 23: Método Polar (Taquimetría).	40
Figura 24: Representación de la Constelación de Satélites.	42
Figura 25: Localización de un Punto con Tres y Cuatro Intersecciones de Distancias de Satélites.	43
Figura 26: Longitud Total de una Cinta.	45
Figura 27: Placas con Metros Pares en una Cinta.	45
Figura 28: Poligonal de Base.	48
Figura 29: Punto Fijo – Marca con Aerosol	49
Figura 30: Estacas de hierro.	49
Figura 31: Punto Fijo – Mojón de Hormigón.	50
Figura 32: Punto Fijo – Vértice de Bebedero	50
Figura 33: Abalizado Punto Fijo 11	51
Figura 34: Abalizado PF1 y PF2.	52
Figura 35: Abalizado PF3	52
Figura 38: Abalizado PF9	53
Figura 37: Abalizado PF6	53
Figura 36: Abalizado PF4 y PF5.	53
Figura 40: Abalizado PF10	54
Figura 39: Abalizado PF8	54
Figura 41: Abalizado PF11 y PF12.	55
Figura 42: Abalizado PF13 y PF14.	55
Figura 43: Punto de Referencia previa Destrucción	55
Figura 44: Punto de Referencia luego de Destruído	56
Figura 45: Relevamiento Calle Poeta Lugones.	57
Figura 46: Relevamiento Línea de Agua en Poeta Lugones	58
Figura 47: Levantamiento y Relevamiento Plaza España	59
Figura 48: Levantamiento y Relevamiento Yrigoyen Sur - 1	60
Figura 49: Levantamiento y Relevamiento Yrigoyen Sur - 2	61
Figura 50: Levantamiento y Relevamiento Chacabuco Norte	62
Figura 52: Levantamiento y Relevamiento Yrigoyen Norte - 2	63
Figura 51: Levantamiento y Relevamiento Yrigoyen Norte - 1	63
Figura 53: Levantamiento y Relevamiento Campo Atraviesa.	65
Figura 54: Canal de Desagüe Deteriorado y Anegado	66
Figura 55: Juegos Infantiles con Anegaciones de Agua.	66
Figura 56: Interferencias Significativas - Plaza Dean Funes	68
Figura 57: Interferencias Yrigoyen Sur	68
Figura 59: Interferencias Plaza España - Sur	69
Figura 58: Interferencias Yrigoyen Sur y Plaza España	69
Figura 61: Interferencias Plaza España - Norte	70

Figura 60: Torre Alcanzada por el Proyecto – Plaza España.....	70
Figura 62: Interferencia Boca de Registro - Larrañaga.....	71
Figura 63: Interferencia Larrañaga e Yrigoyen - Desagüe.....	72
Figura 66: Interferencias en Zona de Dársena – Rotonda Ciudad Universitaria.	73
Figura 64: Interferencias en Zona de Dársena de Colectivos.....	73
Figura 65: Interferencias en Zona de Corrimiento de Vereda - Plaza del Bicentenario.....	73
Figura 67: Puntos Fijos	76
Figura 68: Triangulación Zona de Proyecto	78
Figura 70: Modelo Digital del Terreno	79
Figura 69: Modelo Digital de Elevaciones	79
Figura 71: Situación Actual - Hoja 1	80
Figura 72: Situación Actual - Hoja 2	81
Figura 73: Situación Actual con Proyecto - Hoja 1.....	81
Figura 74: Situación Actual con Proyecto - Hoja 2.....	82
Figura 75: Replanteo. Diseño Geométrico	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Puntos Fijos	77
Tabla 2: Coordenadas GPS de cuatro Puntos Fijos	77
Tabla 3: Replanteo Puntos Característicos.....	83
Tabla 4: Detalle Traza Horizontal	83

CAPÍTULO I



Marco de Desarrollo del Informe

CAPITULO I: Marco de Desarrollo del Informe Técnico

1.1 ÁMBITO DE DESARROLLO

El presente Informe Técnico Final corresponde al desarrollado del trabajo realizado en el marco de Practica Profesional Supervisada de la carrera Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad de Córdoba realizado por el alumno Hugo Guillermo Guerra.

Dicha práctica se llevó a cabo en un proyecto ejecutivo en el nudo vial Plaza España, a cargo de un grupo de profesionales de dicha casa de estudio, dentro del cual corresponde al área de la “Catedra de Diseño Vial Urbano - Maestría en Ciencias de la Ingeniería - Mención en Transporte” donde el alumno tuvo la oportunidad de formar parte y realizar tareas referidas a la actividad profesional de dicha carrera.

El alumno participo en la ejecución del proyecto nombrado, principalmente en las tareas de campo y gabinete referidas al ítem topografía de la zona de dicha plaza que se encuentra dentro del ejido urbano de la ciudad de Córdoba. Desde la municipalidad de esta ciudad se solicitó la confección del proyecto ejecutivo con el objetivo de presentar a futuro dicho proyecto para licitación de su ejecución.

La zona del proyecto se encuentra dentro de una de los sectores más densamente pobladas de la ciudad, en el barrio de Nueva Córdoba, siendo un punto clave en la movilidad de la ciudad y su actual diseño no satisface la demanda generándose demasiados inconvenientes.

1.2 PLAN DE ACTIVIDADES

El alumno formo parte del desarrollo de tareas de campo y gabinete, como se dijo, referidos a topografía. Se ejecutó un relevamiento topográfico. Se realizó un levantamiento topográfico y relevamiento de detalles general de la zona que abarca el proyecto y de áreas aledañas necesarias de estudio que se complementa con información recopilada de los distintos servicios en el sector, junto con datos catastrales de interés.

Finalmente se realizó el correspondiente análisis de datos y se utilizaron diferentes softwares con el fin de la confección de los planos e informes necesarios de realizar para la entrega del proyecto en tiempo y forma al ente correspondiente.

1.3 OBJETIVOS DE LA PRACTICA SUPERVISADA

La realización de la Practica Supervisada a través de una experiencia laboral tuvo como objetivo completar la formación académica del alumno mediante el seguimiento de su desempeño asesorado y supervisado por profesionales a cargo. Se pretendió integrar al alumno a un grupo de trabajo formado por profesionales y técnicos de distintas

especialidades competentes en su tarea para de esta manera aprender a trabajar en equipos multidisciplinarios haciendo del intercambio de opiniones y toma de decisión conjunta, una de las principales herramientas en el ejercicio de esta profesión.

1.4 OBJETIVOS PERSONALES

La finalidad de la inclusión de esta asignatura “Practica Supervisada” dentro del plan académico de la carrera de Ingeniería Civil, es que el alumno pueda experimentar diversas situaciones que no hacen a los contenidos técnicos aprendidos en el transcurso de la carrera, pero si hacen a la formación profesional del ingeniero en sí, donde debe ser capaz de desenvolverse antes estas tan diversas situaciones que se puedan llegar a presentar. Entonces, los objetivos personales son:

- Incursionar en el ámbito laboral de la ingeniería, con el constante seguimiento por un profesional tutor de manera de recibir asesoría y aptitudes necesarias para la vida profesional.
- Entender de la realización de un proyecto ejecutivo solicitado por un ente público, en el cual se debe tener noción del acuerdo entre de las partes para reconocer las posibles limitaciones que se puedan presentar.
- Aprender el arte del trabajo en grupo, aceptando la inclusión dentro de un grupo de trabajo en el cual se mantiene relación necesaria con otros colegas, técnicos, operarios de los distintos instrumentos, ingenieros civiles y de otras profesiones.
- Afianzar todos los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera, involucrados en el desarrollo de las distintas tareas de manera de ir integrando y relacionando los mismos, formando nuestra propia idea de la experiencia vivida con la necesidad de profundización de los mismos con el fin de seguir ampliando éstos.
- Comenzar a pensar no solo las soluciones en función de los conceptos teóricos adquiridos en las materias, sino adoptando criterio para la solución a los diferentes problemas planteados a lo largo de la actividad desarrollada que se asemejaran a los enfrentados en la vida profesional, de modo de no realizar una aplicación metódica sino racional de los mismos.

CAPÍTULO II



Generalidades del Proyecto

CAPITULO II: Generalidades del Proyecto

2.1 INTRODUCCIÓN

Como se conoce, desde los principios de la humanidad el hombre fue experimentando diferentes cambios en su manera de vivir. Con el tiempo, pasó de pequeñas agrupaciones nómades a grandes asentamientos sedentarios; con dicho cambio es que comenzaron a surgir, a consecuencia del crecimiento poblacional, densificación de los poblados, distintos desarrollos tecnológicos y la necesidad de movilidad debido a cada vez mayores distancias a recorrer dentro y fuera de las ciudades, distintas arterias o vías de comunicación que adquirieron cada vez más importancia dentro del tramado urbano, debiendo pensarse estratégicamente éstas a fin de ir solucionando diversos problemas surgidos en nudos claves dentro de ellas.

La ciudad de Córdoba, lugar del emplazamiento del proyecto tratado, al ser una de las más importantes de Argentina y su consecuente papel importante en el desarrollo económico y social del país, no es una excepción de lo dicho. Se presentan dentro de la misma, diferentes rutas de movilidad que, de acuerdo a su ubicación, presentan diferentes problemas particulares.

Soluciones a los problemas mencionados, involucran el desarrollo de ingeniería por parte de profesionales en las distintas áreas involucradas. Como parte importante en todo el proceso de diseño del proyecto y ejecución de la obra, es conocer detalladamente la zona a realizar las distintas tareas. Es por esto, que en el presente capítulo, más allá de esta introducción, se conocerá tanto la problemática como la ubicación del proyecto para terminar de entender el ¿Por qué? de la necesidad del mismo y, por lo tanto, los objetivos buscados con el presente desarrollo de práctica supervisada.

2.2 PROBLEMÁTICA

Como se ha hecho mención, la ciudad de Córdoba es un polo importante dentro del país. Debido a diversos factores como lo son la producción de distintos servicios, la industria, el turismo y con mención destacada, las universidades que la ciudad alberga, es que en gran parte del año la ciudad se encuentra con una importante problemática de tránsito debido a la densificación poblacional y al excesivo parque automotor.

Como consecuencia de lo dicho, nudos a los cuales convergen distintas arterias principales, se ven totalmente colapsados en las horas pico, generando grandes probabilidades de accidentes y malestar en los usuarios, brindando un servicio deficitario.

Uno de esos nudos es la conocida Plaza España. Consta de una rotonda a la cual convergen 8 arterias de las cuales ingresan y egresan una gran cantidad de vehículos.

Allí, frecuentemente nos encontramos con embotellamientos debido a accidentes entre los usuarios o sencillamente por el colapso en capacidad de la misma.

Es por esto, que la Municipalidad de Córdoba a través de su intendente, puso en marcha un proyecto para dar solución a esta problemática. Como iniciativa, se realizó un convenio entre dicho ente y profesionales de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, de la Universidad Nacional de Córdoba, los cuales deben llevar a cabo el proyecto para licitación de la solución propuesta.

2.3 UBICACIÓN DEL PROYECTO

Como ya se ha hecho mención, la presente Practica Supervisada se realizó en el proyecto para licitación del nudo vial Plaza España en la ciudad de Córdoba, ciudad ubicada en el centro de Argentina.

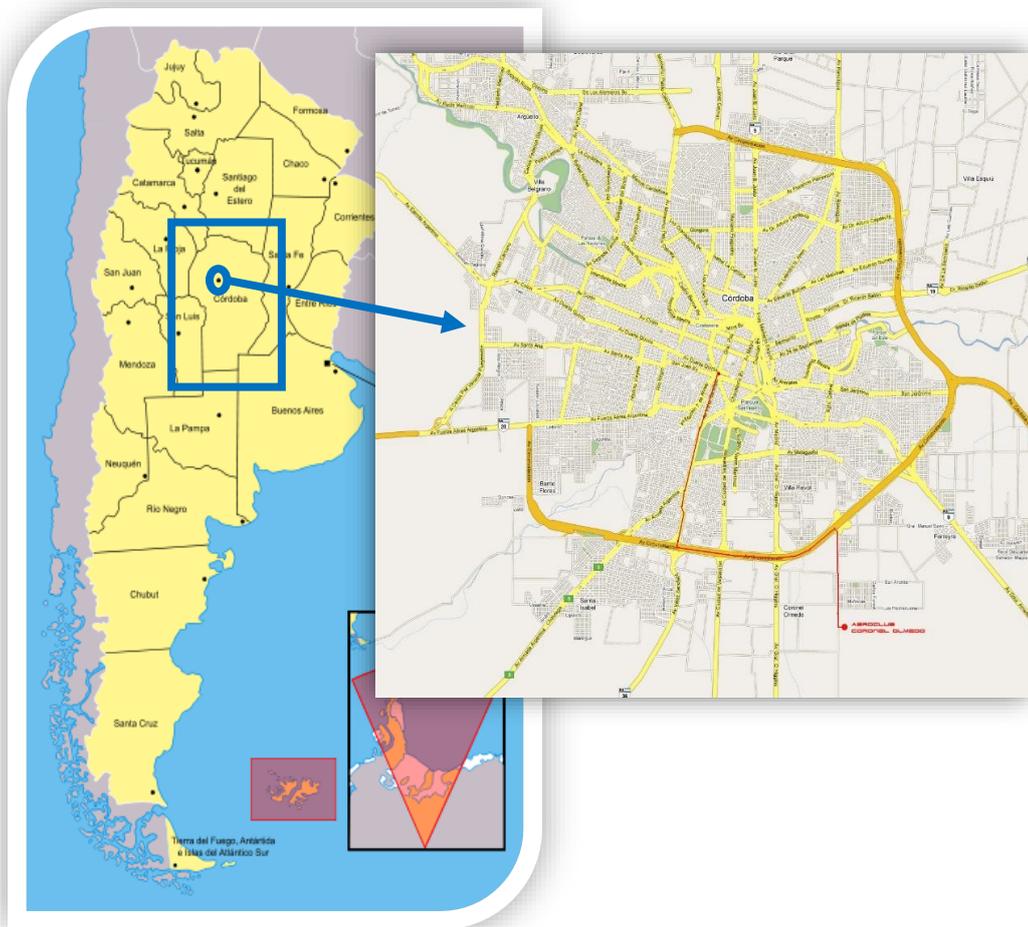


Figura 1: Ubicación de la Ciudad de Córdoba dentro del territorio argentino.

Dicha plaza, se encuentra ubicada en el corazón del barrio Nueva Córdoba, en zona centro de la ciudad, limitando con Ciudad Universitaria y el Parque Sarmiento al sur y sureste respectivamente.

Punto neurálgico entre Centro y zona sur

Volumen de tránsito para cada acceso a la plaza.

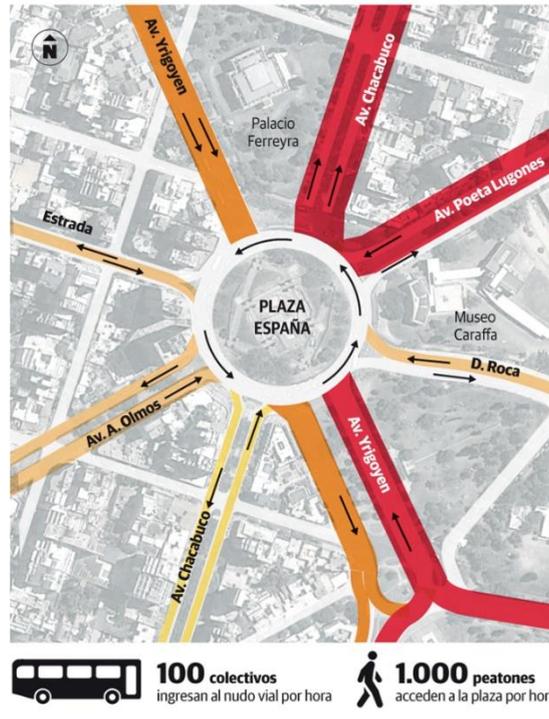


Figura 3: Resultados del Estudio de Tránsito realizado por ISIT.

Desde un principio se barajaba la posibilidad de que la solución sea realizar un viaducto o túnel en los dos sentidos, uno en sentido norte-sur que una las calle Yrigoyen Norte con Yrigoyen Sur y otro, en el sentido sur-norte, que una las calles Yrigoyen Sur con Bv. Chacabuco Norte. Pero como resultado del estudio mencionado, se llegó a la conclusión de la realización solo del túnel mencionado en segunda instancia, es decir, el del sentido de circulación sur-norte.



Figura 4: Propuesta planteada previo al estudio de tránsito

El túnel

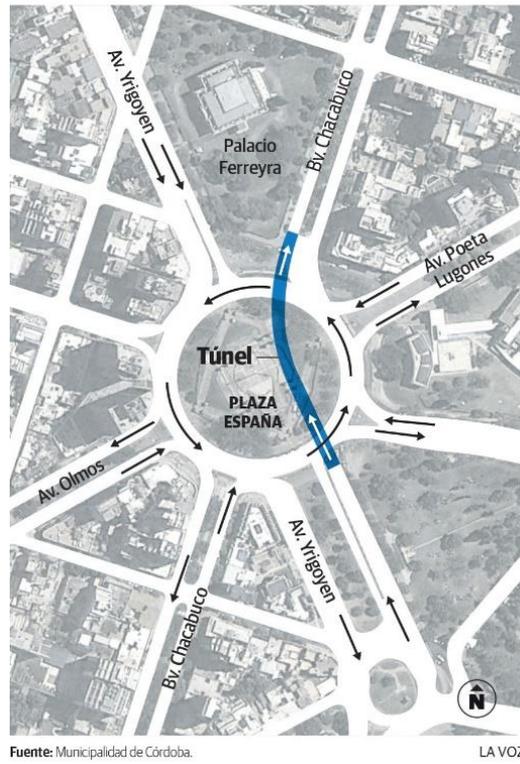


Figura 5: Planteo aproximado de la opción a proyectar.

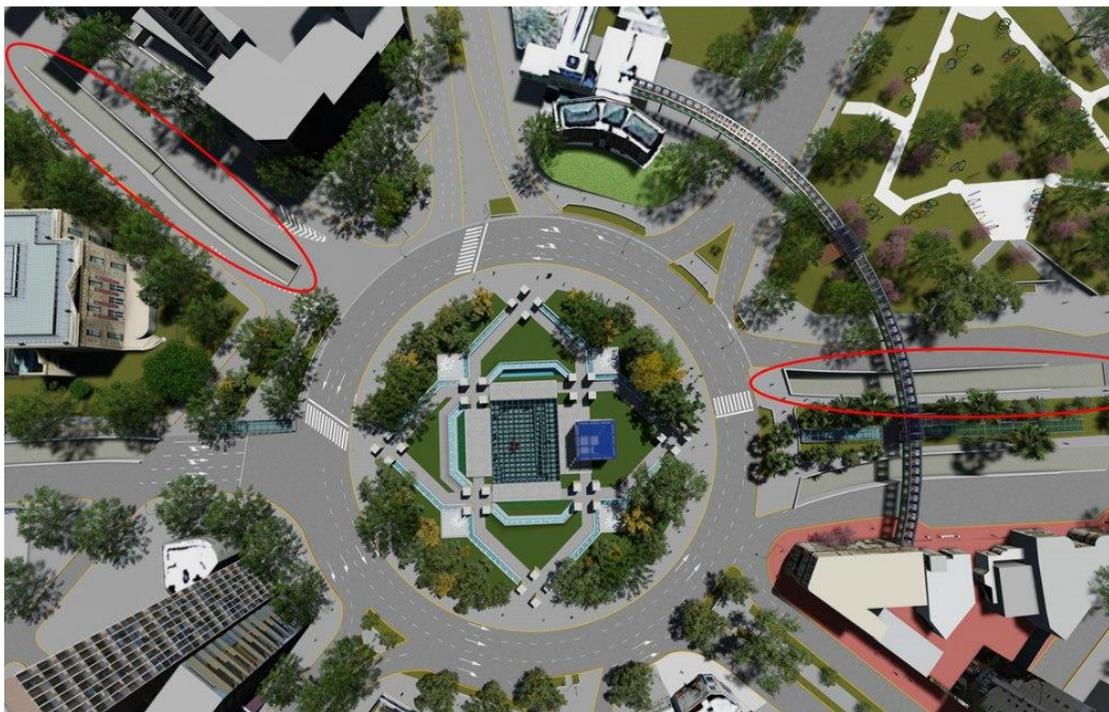


Figura 6: Vista superior del diseño de Plaza España y el túnel.

2.5 OBRAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

Como a menudo pasa en los proyectos ingenieriles, el planteo de la solución a una determinada situación analizada comienza a tener distintas repercusiones en el área circundante a la misma. Nunca se daría el caso donde una obra se encuentre aislada, sin relación espacial con otras circunstancias como lo pueden ser otras obras o el medio ambiente mismo.

En el caso del proyecto descripto, la solución adecuada de la realización de dicho túnel, con el fin de respetar las normas vigentes en las cuales la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) se apoya, hacen que el mismo tenga un desarrollo lineal importante para la zona en la cual se encuentra emplazada la obra.

De esta manera, a medida que se han ido planteando alternativas geométricas del viaducto y llegado a un diseño del mismo, se observa que una de las vías alternativas para esquivar la plaza (muchos conductores optan por ingresar al parque por calle Obispo Salguero) se ve afectada ya que se encuentra cortado el paso debido al túnel en la ubicación de la plaza Dean Funes (hoy calle Crisol). Ante esta nueva problemática, se considera la necesidad de realizar la apertura de una calle dentro del Parque Sarmiento, que desemboque directamente a la rotonda de Ciudad Universitaria en la calle Hipolito Yrigoyen Sur.

Además, debido a la distancia en que se da la finalización del túnel y la salida de la rampa del mismo con las velocidades considerables que seguramente egresaran los vehículos, es que se observa la necesidad de impedir el giro hacia la izquierda en la calle Derqui de los vehículos que salen del mismo. Por lo tanto, se analiza la posibilidad de colocar algún elemento físico que impida el movimiento descripto, quedando dicha calle entre Bv. Chacabuco e Ituzaingo, como calle sin salida, de doble sentido para permitir el ingreso a las edificaciones de los vehículos con ingreso desde la calle Ituzaingo.

Así mismo, debido a la depresión en el terreno que lleva aparejado un túnel y asumiendo los ingresos en las rampas como bocas abiertas por cuestiones obvias de ingreso, se necesita diseñar una solución de drenaje interno del túnel.

Debido a esto es que, dentro del desarrollo del presente informe, se describirán las tareas realizadas en las extensiones de áreas que se creyeron necesarias para el análisis las distintas problemáticas a solucionar por más que estas no resultaran las seleccionadas para dichos fines.

2.6 OBJETIVOS DEL TRABAJO

Debido a la magnitud del proyecto, sumado a la continua relación que tendrá su ejecución con las demás obras que lo rodean por tratarse de una zona urbana, este trabajo debe tener una precisión adecuada de manera que asegure un buen empalme

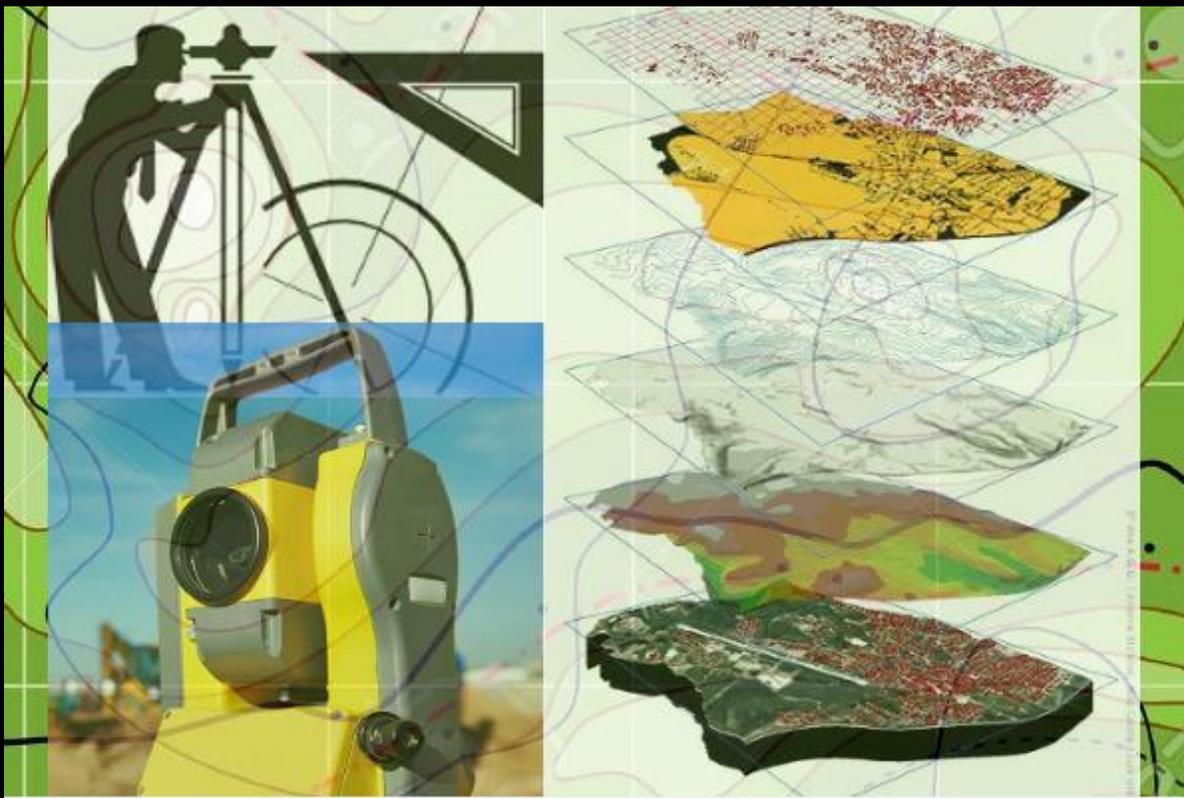
CAPÍTULO II – Generalidades del Proyecto

con las obras existentes; de lo contrario surgirán problemas que terminarán pagando el ambiente, la obra, la sociedad en sí.

Debido a la remarcada importancia de la realización de un buen trabajo topográfico, siendo éste base inicial para otras etapas del proyecto como lo es el diseño geométrico, solución del drenaje, replanteo de obra entre otros, es que el objetivo primordial del trabajo es la realización de una representación lo más exacta posible de la situación actual de la zona de obra, tanto sea de la topografía del terreno en si como también de un adecuado relevamiento y esquematización de las interferencias visibles que se presentaran al momento de que la empresa adjudicataria del proyecto, proceda con su ejecución.

Por lo tanto, el objetivo general de esta Práctica Supervisada, es el de asistir a los distintos relevamientos topográficos, análisis de datos, representación de los mismos, replanteo del proyecto geométrico y de desagües, con la confección de planos acordes a las distintas necesidades por parte del pasante, formando parte del grupo de trabajo conformado para este proyecto.

CAPÍTULO III



Marco Teórico de Análisis Integral

CAPITULO III: Marco Teórico de Análisis Integral

3.1 CONCEPTO DE TOPOGRAFIA

Como para introducirnos en el tema, se comenzará dando definiciones básicas e importantes en lo que respecta a la temática tratada.

TOPOGRAFIA:

Es una palabra compuesta de origen griego, donde: *Topos*: “Lugar”, y *grafos*: “Descripción”

Es una rama de la geo ciencia que estudia el conjunto de técnicas y procedimientos, que tienen por objeto: fijar la posición relativa de un punto y su representación gráfica de una porción de la superficie de la tierra, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales.

Es también una geo ciencia de la Geometría práctica, que tiene por objeto y fin, la representación de una modelo 3D de la superficie terrestre y la captura de la información que requiere el proyectista. Aplica la geometría, trigonometría, teoría de errores, topometría y dibujo topográfico, y se auxilia de otras ramas de la geo ciencia como son: la Geodesia, Cartografía, Fotogrametría y Batimetría entre otras.

Es una ciencia técnica que nos permite determinar con simples mediciones de líneas, ángulos y desniveles, la posición relativa de los puntos en el terreno, y confeccionar los gráficos demostrativos correspondientes. Por lo tanto, decimos que, con esta técnica, se miden: Distancias, Ángulos Horizontales, Ángulos Verticales y Desniveles o Cotas.

El campo de la topografía es limitado. Esto se debe a que como la representación de un trabajo topográfico es una proyección sobre un plano auxiliar, se puede decir que el limite a esta representación, sin mayor error, está entre los 25 y 30 km ya que las diferencias entre plano y elipsoide es de 13 cm y 22 cm respectivamente. Para una representación de mayor alcance (como suele ser en obras viales donde esta diferencia puede crecer hasta alrededor de 50 cm), debemos apoyarnos en la Geodesia.

En la topografía el sistema de referencia son las coordenadas planas y el sistema de representación es el plano acotado. Es decir, geometría plana.

GEODESIA:

Es la ciencia que se encarga de determinar la forma, dimensiones y diferencias altimétricas de la superficie terrestre. Aquí, el sistema de referencia es el elipsoide y el geoide; y el sistema de representación es el cartográfico. Es decir, cálculos geodésicos con la finalidad de la representación curva de la Tierra.

Dentro de las definiciones anteriores, se nombraron otras disciplinas que no vienen al caso definir las, pero si se dará a continuación el concepto de Geoide y Elipsoide.

Elipsoide:

Es un modelo físico-matemático que representa la forma aproximada de la Tierra, caracterizado por las constantes geométricas “a” (semieje mayor), “f” (aplanamiento), y los parámetros físicos, “ ω ” (velocidad angular) y “m” (masa) de la tierra.

Geoide:

Superficie equipotencial de referencia, hipotéticamente coincidente con el nivel medio del mar en calma.



Figura 7: Representación Elipsoide, Geoide y Terreno Natural.

3.2 SISTEMA DE APOYO

Como previamente se ha hecho mención, en la generalidad de los casos en los distintos proyectos ingenieriles, entre el relevamiento que sirve de base al proyecto y el replanteo de la obra, intervienen diferentes personas que con posibles distintas metodologías de trabajo y distintos instrumentos de medición, llevaran evidentemente al surgimiento de la posibilidad de cometer graves errores que deriven en grandes problemas que, a la hora de la construcción de la obra tratada en los sitios de empalme con infraestructura existente mayormente, pueden ocasionar errores de escala, traslaciones, rotaciones, alturas o la combinaciones de ellos, no deseados que afectan tanto al resultado final de la obra como al desarrollo de la misma.

La solución a esto, es la materialización y medición de una sólida estructura geométrica que vincule estrechamente el relevamiento original con el replanteo de la obra, con una columna vertebral que la rigidice, a la que se denominara “**Sistema Geométrico de Apoyo**”

Este sistema, es la esencia misma de la calidad geométrica del proyecto. Se ejecuta previo al relevamiento. El mismo, vincula estrechamente la realidad con el proyecto, el replanteo y la construcción futura de la obra.

Es una columna vertebral que sirve de sustento, fija la escala, garantiza la homogeneidad de las exactitudes y asegura una estrecha relación entre: Levantamiento Topográfico, Proyecto Ejecutivo y Replanteo de Obra.

Al sistema Geométrico de Apoyo se encuentra conformado por: el *Sistema de Referencia* y el *Marco de Referencia*.

3.2.1 Sistema de Referencia

Todo punto del sistema de apoyo, necesariamente debe estar referenciado a un sistema de coordenadas o sistema de referencia. Estos sistemas de referencia, se definen a partir de un conjunto de parámetros convencionales y matemáticos que involucran puntos de origen, ejes, entre otros, de modo de poder definir unívocamente la posición de cualquier punto del espacio de estudio permitiendo la vinculación entre distintos de ellos.

Un sistema de referencia en una terna de ejes ordenados, a los cuales se refieren los puntos expresados en un sistema de coordenadas espaciales. Tanto el origen como los ejes se encuentran muy lejos de la zona de trabajo, tan lejanos e inaccesibles, como el centro mismo del planeta.

Al origen de un sistema de referencia se lo denomina "Datum".

Existen tres tipos de sistema de coordenadas:

➤ **Sistema de Referencia Geodésico o Geográfico**

La verdadera forma de la tierra es el geoide, que solo se define físicamente. La superficie de la tierra, puede representarse con mucha aproximación mediante un *Elipsoide de Revolución*. Sobre esta superficie auxiliar, se definen las coordenadas geodésicas que definen la posición de un punto sobre la superficie del elipsoide. Estas coordenadas son la **Latitud (ϕ)** y la **Longitud (λ)**.

Estas dos coordenadas angulares, medidas desde el centro de la Tierra, son de un sistema de coordenadas esféricas que están alineadas con su eje de rotación y se suelen expresar en grados sexagesimales.

El sistema de coordenadas geodésicas posee una serie de cualidades muy importantes, tales como:

- a) Es único para toda la superficie del elipsoide, y de esta forma unifica para la superficie de la tierra en un solo sistema de coordenadas los levantamientos geodésicos.

- b) El empleo de líneas de coordenadas (meridianos y paralelos) se refieren directamente a la superficie del elipsoide, y el empleo de la misma para elaborar mapas en un solo sistema cartográfico resulta cómodo en caso de levantamientos independientes.
- c) Determina la posición de la normal a la superficie del elipsoide tomado como referencia, es muy importante en la investigación de la figura de la tierra.

Definiciones:

LATITUD (ϕ): Es la distancia angular que hay entre el punto que nos interesa situar y la línea del ecuador terrestre. Se mide de 0° a 90° , y esta puede ser Latitud Norte si el punto está en el hemisferio Norte, o Latitud Sur si se encuentra éste en el hemisferio Sur.

LONGITUD (λ): Es el ángulo comprendido entre el plano del meridiano de Greenwich y el plano del meridiano que contiene al punto P, siendo este meridiano de Greenwich, el meridiano cero y origen de los husos horarios. Se mide de 0° a 180° , pudiendo ser Longitud Oeste o Longitud Este, dependiendo de la posición del punto en estudio con respecto al meridiano de origen.

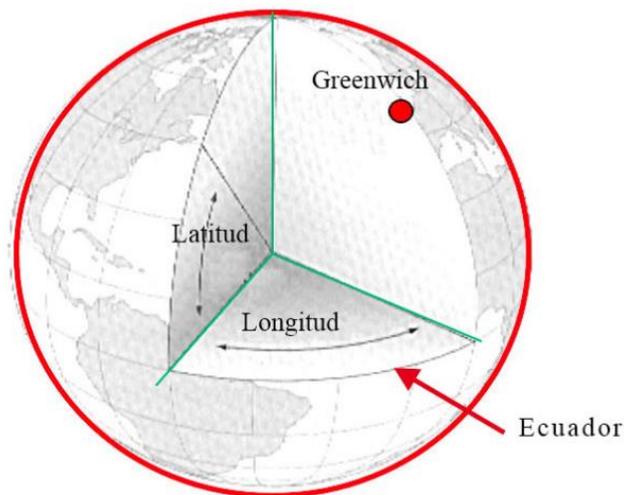


Figura 8: Representación de Longitud y Latitud

Para poder asignar coordenadas geográficas a los diferentes puntos de la superficie terrestre, es necesario “anclar” el elipsoide al geoide mediante un Punto Fundamental en el que el elipsoide y el geoide son tangentes (es el único lugar donde la vertical del elipsoide y geoide son coincidentes. Entonces, mediante este “anclaje” es que queda definido un sistema de coordenadas geodésicas local debido a la elección del elipsoide de referencia y el punto fundamental (Datum) donde se establece su ubicación en relación con la forma física de la tierra.

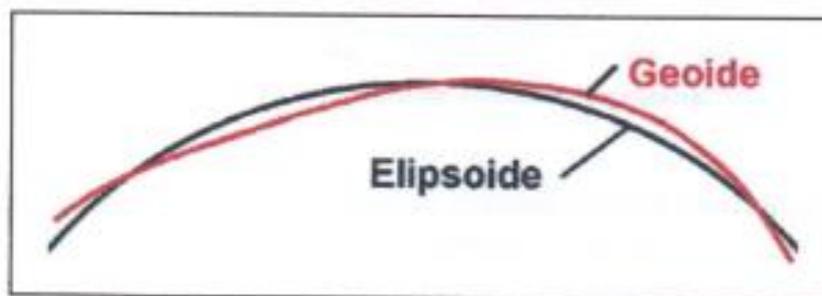


Figura 9: Tangencia del Elipsoide y Geoide.

El tamaño y la forma del elipsoide de revolución se expresan a través de su semieje mayor "a" y su semieje menor "b" o equivalentemente, por su semieje mayor y su achatamiento "f". Estas cantidades deben ser elegidas de manera tal que el elipsoide de revolución se ajuste de la manera más exacta posible al geoide.

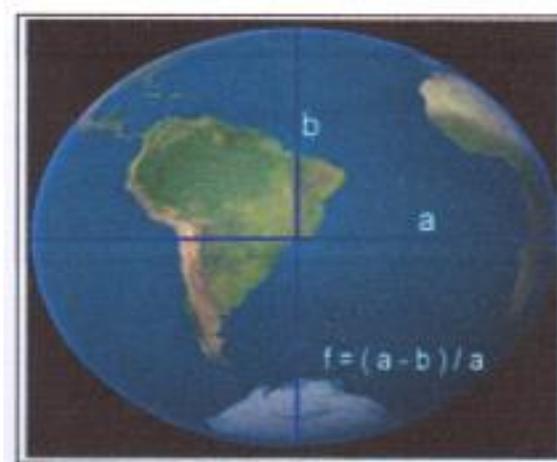


Figura 10: Parámetros del Elipsoide de Revolución.

Teóricamente, cuando el centro geométrico del elipsoide coincide con el geo centro y, su semieje menor se orienta a lo largo de la línea de los polos geográficos Norte-Sur, el elipsoide se ajusta, en promedio, al geoide en todas partes del planeta. Este tipo de elipsoide se denomina "global". Debido a las limitaciones propias de las técnicas de medición, la geodesia clásica no ha podido establecer geoides globales, sino que solo se pudieron establecer elipsoides regionales, ajustándose solo en esta región, de una manera razonablemente bien; fuera de esta, el desajuste se da de manera creciente.

Por lo que se concluye con esto, que cada sistema de referencia geodésico tendrá asociado un elipsoide de revolución que se adapta bien en las inmediaciones del punto datum. Es decir, son relativos y no se pueden vincular entre sí.

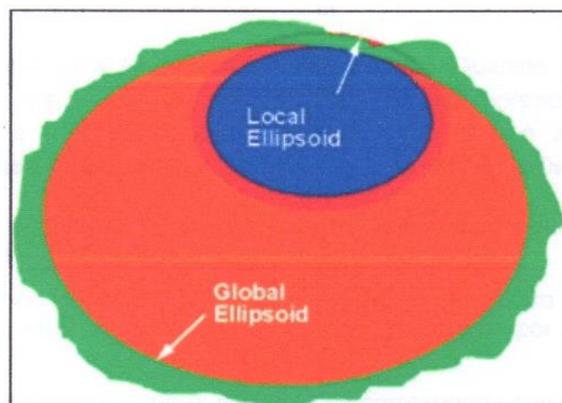


Figura 11: Elipsoides Global y Regional.

Ejemplos de estos sistemas son: Sistema Campo Inchauspe '69 en Argentina, Chua Astro en Paraguay, Corrego Alegre en Brasil, Yacaré en Uruguay, etc.

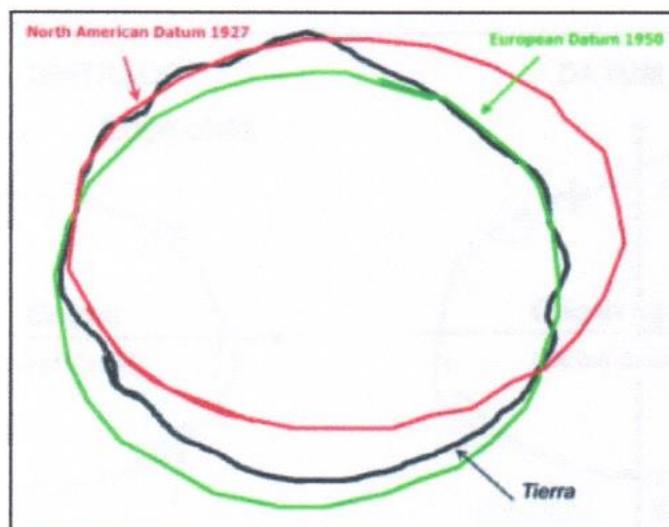


Figura 12: Elipsoides Regionales.

El punto fundamental, Datum, como se dijo, es aquel en el que se hace coincidir la vertical del lugar con la normal al elipsoide (desviación de vertical nula) y normalmente se establece la condición de tangencia entre el elipsoide y el geoid (superficie equipotencial que mejor se ajusta al nivel medio del mar).

Cuando se habla de un Datum, se trata del sistema de referencia que se utiliza. Se distinguen:

- ✓ Datums Horizontales, definidos por un elipsoide y se utilizan para determinar un sistema de coordenadas Latitud y Longitud en el Datum de referencia.
- ✓ Datums Verticales, definidos por medio del geoid y se utilizan para determinar un sistema de referencia para alturas Ortometricas.

- ✓ Datums Compuestos, definidos por medio de un elipsoide y un geode asociado para determinar un sistema de referencia donde cada punto se representa por: Latitud, Longitud y Altura (Ortométrica o Elipsoidica). En este caso, es el que se valen los sistemas de posicionamientos satelitales como el GPS NAVSTAR que utiliza el Datum WGS'84

De acuerdo al método de vinculación del elipsoide de referencia con el geode, se pueden diferenciar en dos tipos de Datums:

- ✓ Centrados: Cuando el centro del elipsoide es coincidente con el centro de masa de la Tierra. La determinación de estos se realiza a través de mediciones realizadas por los satélites en los últimos años.
- ✓ Locales: Son los que se utilizan para que el elipsoide se corresponda con la superficie de la tierra en determinada localización geográfica.

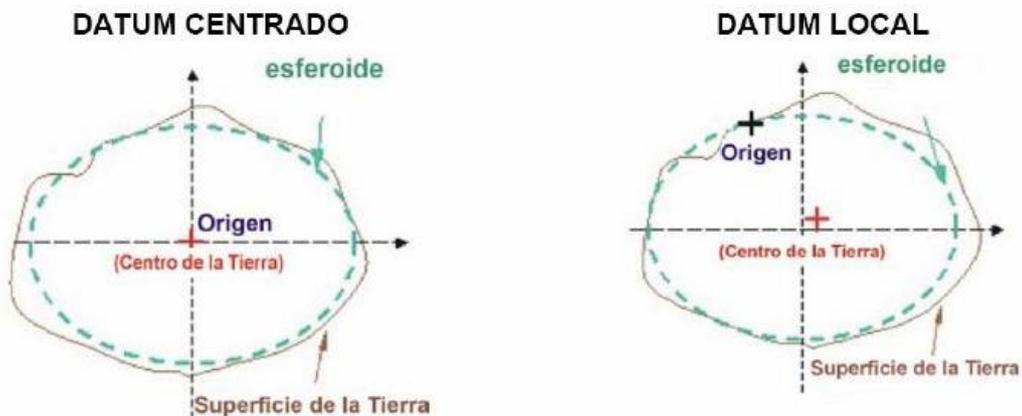


Figura 13: Datum Centrado y Datum Local.

➤ **Sistema de Referencia Global**

Es un sistema de referencia absoluto, lo cual significa que cualquier punto de la corteza terrestre queda referido en un sistema único y universal.

El origen del sistema se encuentra en el centro de masas de la tierra. Como ejemplo de estos sistemas de referencia globales: WGS84 (World Geodetic System) que corresponde al GPS, que es uno de los más utilizados.

WGS'84 es el Datum completo que utiliza el sistema NAVSTAR GPS como referencia. Este incluye un sistema de coordenadas, un elipsoide y un campo gravitatorio en forma de geode. Cuando un receptor GPS determina la posición de su antena, esta se halla expresada en coordenadas referidas al Datum.

El elipsoide WGS'84 es una elipse geocéntrica de revolución. Se halla definido por parámetros como:

- ✓ Origen en el centro de masas de la tierra.
- ✓ El eje Z es paralelo al polo medio
- ✓ El eje X es la intersección del meridiano de Greenwich y el plano del Ecuador.
- ✓ El eje Y es perpendicular a los ejes Z y X, y coincidente con ellos en el centro de masas terrestre.

Las coordenadas geodésicas están referidas a un elipsoide de revolución con las siguientes características:

- ✓ Semieje mayor (a): 6.378.137 m = radio ecuatorial.
- ✓ Semieje menor (b): 6.356.752,3142 m = radio polar.
- ✓ Inversa del aplanamiento (1/f): 298,257223563, donde $f = (a-b)/a$.
- ✓ Constante Gravitacional de la tierra: $398600.44 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{s}^2$.

WGS'84 – Coordenadas Cartesianas X-Y-Z

Es el sistema original de GPS, que es un Sistema Triaxial (tres ejes ortogonales cartesianos) con origen en el centro de masas de la tierra, sólidamente unido al elipsoide de revolución. Surge de la necesidad de sustentar la cartografía producida en la Agencia de Mapeo del Departamento de Defensa de los Estados Unidos.

Estos sistemas terrestres (fijados a la Tierra) tienen el eje X solidario al meridiano origen de las longitudes y el eje Z cercano al eje de rotación, por lo que, este sistema, se mueve junto con la tierra.

Con este sistema, se presenta la posibilidad de expresar las coordenadas de un punto de la Tierra en términos de latitud, longitud y altura, o en sus respectivas coordenadas X, Y y Z.

Las tres ternas se definen:

- ✓ El eje X se define por la intersección entre el plano del meridiano de origen (0° - meridiano de Greenwich) y el plano ecuatorial que se da en el paralelo de origen (0° - paralelo de Ecuador)
- ✓ El eje Z, se encuentra a lo largo del semieje del elipsoide, apuntando hacia el polo Norte. Perpendicular al plano ecuatorial, coincidente con el polo medio.
- ✓ El eje Y, completa un sistema ortogonal mediante la regla de la mano derecha, separado 90° al este del eje X y con una dirección que intersecta al plano del Ecuador. Levógiro de 90° .

➤ **Sistema de Referencia Local**

El sistema de referencia que llamamos local, también lo llamamos arbitrario. Porque el eje X, se fija de manera aleatoria. Así, por ejemplo, el punto de inicio del trabajo puede ser: $X=100$; $Y=100$; $Z=100$ y el azimut de origen, también arbitrario, generalmente en la dirección del Norte aproximado.

También se denominan *Topo céntrico Físico*. Topo Céntrico: porque queda centrado en la primera estación; y, Físico: porque el plano horizontal auxiliar, es tangente a la superficie de nivel que pasa por el instrumento, es decir, perpendicular a la vertical del lugar quedando atado rigurosamente a la dirección de la gravedad.

Estos sistemas son relativos, de modo que no pueden vincularse dos sistemas locales entre sí.

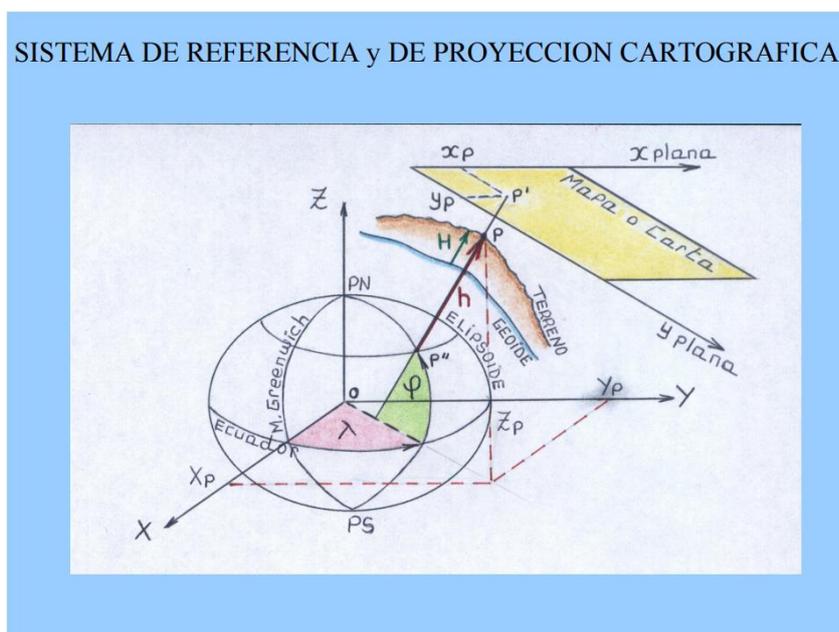


Figura 14: Esquema de los tres tipos de sistemas de referencias.

3.2.2 Marco de Referencia.

Es el conjunto de elementos que materializan y sustentan el Sistema de Referencia en el terreno; se materializan mediante la monumentación de puntos, a los que se le han asignado coordenadas en el sistema de referencia establecido.

El marco de referencia se completa con el listado de sus coordenadas y monografías de los puntos establecidos. Dichas coordenadas han surgido de un cierto proceso de medición, por lo tanto, están afectadas de errores. Entonces, compone una definición real, física e inevitablemente imperfecta.

El Marco de Referencia Nacional del Sistema Global WGS'84 es la RED POSGAR 07 (Posiciones Geodésicas Argentinas). La red está compuesta de 180 puntos, separados en promedio por una distancia de 150 km., la que asegura la posibilidad de que todas las redes geodésicas provinciales puedan vincularse a ella mediante por lo menos cuatro puntos ubicados dentro del territorio provincial o en sus cercanías.

Este marco, ha sido adoptado por disposición del Director del Instituto Geográfico Nacional, en el año 2009, suplantando al hasta entonces vigente POSGAR 94. Incorpora

las más importantes redes geodésicas en uso, con sus respectivos parámetros de transformación, a fin de facilitar una georreferenciación unívoca en toda la República Argentina.

POSGAR 07 fue medido sobre los puntos de la red POSGAR 94, incorporando más de 50 nuevos puntos que mejoran la geometría espacial de la red y optimizan los resultados del ajuste.

POSGAR está vinculado al SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas) y responde a los más estrictos estándares de precisión y ajuste en vigencia.

Dentro del marco de referencia, podemos encontrarnos en la vida profesional con Puntos Trigonómicos a los cuales se les conocen tanto sus coordenadas geodésicas y/o su cota o altura vertical, se los reconoce en campo por tener un triángulo en la planchuela; y con Puntos Altimétricos, a los cuales solo se les conoce la cota.

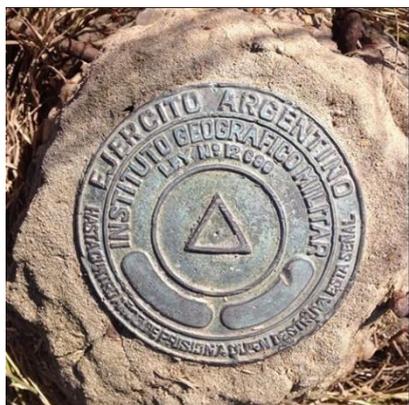


Figura 15: Punto Trigonómico.

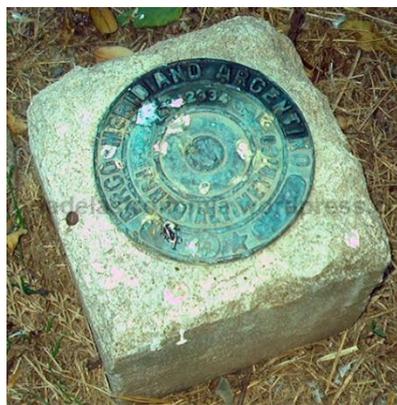


Figura 16: Punto Altimétrico.

3.3 SISTEMA DE APOYO EN OBRAS VIALES

3.3.1 Diseño

Siendo que estas obras pertenecen al grupo de obras con cierto desarrollo lineal, el diseño geométrico del sistema de apoyo está condicionado por esta circunstancia. La figura estará dada por una poligonal de base, cuyos vértices deberán colocarse de modo tal de asegurar la intervisibilidad entre los mismos, con el propósito de permitir el empleo de la estación total para el Levantamiento Topográfico, Relevamiento de Detalles y Replanteo del Proyecto.

La distancia entre dichos vértices será variable, siendo ideal su ubicación cada 200 metros en las obras de zonas urbanas o caminos de montañas, y cada 500 metros en la zona rural con pendientes suaves y uniformes.

Se deberán dejar, además, vértices del Sistema de Apoyo en los cruces especiales e importantes (ríos, arroyos, ferrocarriles, rutas o puntos de importancia para la obra).

Lo ideal es planificar el diseño del polígono sobre una herramienta de ayuda como lo puede llegar a ser Google Earth y luego revisarlo con una recorrida previa en campo.

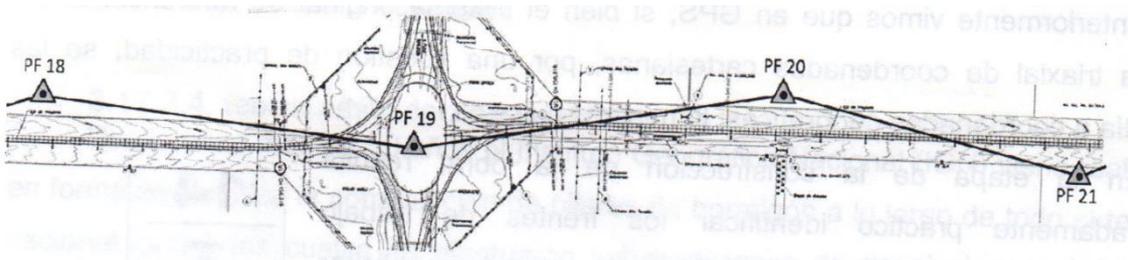


Figura 17: Poligonal de Apoyo de Obra Vial.

3.3.2 Sistema y Marco de Referencia Horizontal

Es recomendable en estos tipos de obras, descartar la utilización del empleo de un sistema de referencia local y arbitrario, con más razón donde hoy en día, existen muchas facilidades de vincularse al Sistema Georreferenciado Nacional, a través de estaciones activas.

Georreferenciar significa trabajar en el Sistema Global de Referencia: WGS'84. Tiene la finalidad de poder ubicar adecuadamente en el espacio a la obra que se vaya a emplazar.

Algunas ventajas de Georreferenciar los proyectos viales:

- ✓ Si desaparece el Sistema de Apoyo, se lo puede reconstruir.
- ✓ El mismo es compatible con todos los sistemas GIS y con Google Earth.
- ✓ Las interferencias subterráneas dejarán de ser un problema o un peligro, si los planos conformes a obra están georreferenciados.
- ✓ Se eliminan problemas de empalmes en proyectos divididos en tramos.
- ✓ La mayoría de los Catastros Provinciales tienen sus registros georreferenciados y, es una enorme ventaja que el proyecto esté en el mismo sistema, a los fines de realizar las mensuras de expropiación y de servidumbre necesarias.

La conversión de coordenadas episódicas a coordenadas planas, debe ser una proyección conforme como, por ejemplo, Gauss-Krüger que es la adoptada en nuestro país para su cartografía (en la faja correspondiente a la mayor longitud del camino).

Es el sistema formado por siete fajas meridanas que cubren el país de este a oeste. Las únicas coordenadas Gauss-Krüger son aquellas en el formato X e Y, que se obtienen de transformar matemáticamente las coordenadas geodésicas Latitud y Longitud de un Datum.

Como resulta de rápida visualización en el proyecto geométrico vincular la planimetría rectificadora con la altimetría a través del progresivado, es que el proyectista vial convierte las coordenadas planas de Gauss-Krüger, en un sistema de coordenadas rectangulares,

con la particularidad que el eje de las abscisas es una línea mixta que alterna curvas circulares y clotoides con líneas rectas.

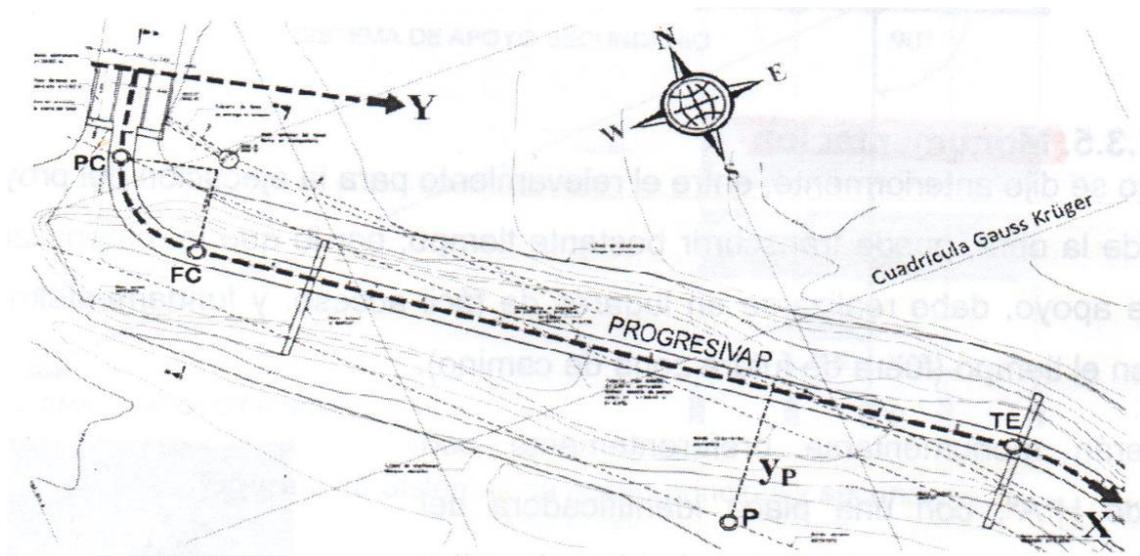


Figura 18: Sistema de Coordenadas Rectangulares en una Obra Vial – Progresivado en Obra Vial

3.3.3 Sistema y Marco de Referencia Veritcal.

Con el mismo criterio que se aconseja utilizar un único sistema de referencia planímetro, también se recomienda que el sistema altimétrico deba ser único:

- ✓ Sistema de Referencia de las alturas: Cotas Ortométricas (alturas sobre el nivel medio del mar)
- ✓ Marco de Referencia: Red Altimétrica Nacional del IGN (Instituto Geográfico Nacional)

La Georreferenciación y la vinculación altimétrica al IGN de los proyectos viales, es una necesidad.

3.4 ABALIZAMIENTO

Este procedimiento consiste en poder localizar mojones o estacas y reemplazarlos en caso que hayan desaparecido por cuestiones varias.

Se realiza el mismo por medio de distancias. Se busca en las cercanías del punto a abalizar, con distancias no mayores a una cincuenta, elementos perdurables en el tiempo como ser aristas de edificios, postes, alcantarillas y con menor precisión, árboles.

Estas mediciones no deben ser enfrentadas, pues los arcos de círculos que se formaran cuando se replanteen se cortaran en dos lugares muy próximos, ocasionando incertidumbre en la ubicación del mismo.

Se debe confeccionar un croquis que contenga la mayor cantidad de información posible.

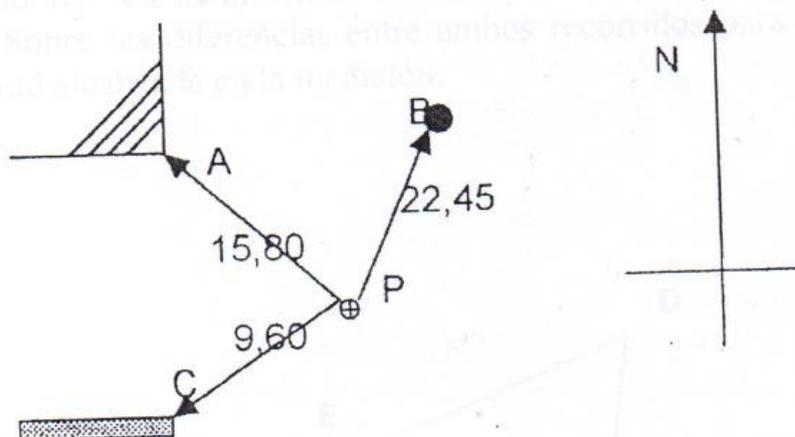


Figura 19: Esquema de Abalizamiento de un Punto.

Entonces, se toman desde el punto P, distancias a tres elementos previamente elegidos. De esta forma, el punto abalizado quedara determinado por la intersección de 2 arcos de circunferencia trazados desde los puntos elegidos. La tercera medida quedara para corroboración.

3.5 MEDICION DE DISTANCIAS

En muchísimos casos, el profesional tanto en tareas de campo (en etapa de relevamiento) como en obra misma a la hora de ejecución de un proyecto se encuentra con la necesidad de medir distintas longitudes o distancias. Para la realización de estas, se disponen de muchísimos métodos como así también de distintos instrumentos que a continuación se describirán,

3.5.1 Medición con Cinta

Para este tipo de trabajos es necesario contar con un terreno apto para la medición, es decir, limpio, no muy grande, horizontal o con pendientes uniformes.

Supongamos una línea a medir entre dos puntos A y B materializados por estacas y visualizados por jalones. El trabajo debe realizarse con dos operadores:

- ✓ El que va detrás, llamado zaguero y que debe ser el ingeniero.
- ✓ El que va delante, llamado delantero y que puede ser un ayudante.

Nos colocamos en un extremo, el A por ejemplo, extraemos la cinta de la caja y la extendemos a lo largo de la línea a medir. El operador delantero llevara un aro con 11 fichas mientras que el operador zaguero llevara un aro vacío donde colocara las fichas que vaya levantando luego de realizada una cintada.

El zaguero colocará sobre la estaca la agarradera de tal modo que su extremo coincida con el centro de la misma y mantendrá apoyada sobre ella. El delantero toma la otra agarradera, camina hacia B, extiende la cinta y procede a tensarla con cierta fuerza y colocara una ficha en el extremo exterior de la cinta previamente alineado por el zaguero en dirección a B. Luego seguirá la misma dirección, el zaguero soltará el extremo de la cinta y avanzará hacia la ficha recientemente colocada por su ayudante.

Cuando se haya avanzado la longitud de la cinta, el zaguero colocara la agarradera de tal modo que la ficha previamente colocada por el delantero quede dentro de ella, la sostendrá fuertemente y procederá a alinear nuevamente a su ayudante quien ejecutara las mismas operaciones.

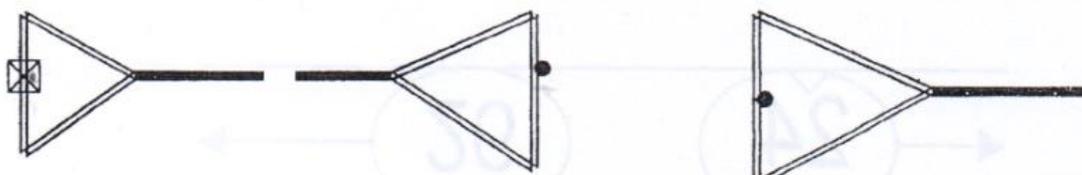


Figura 20: Ficha Fuera y Dentro en una Medición.

Terminada esta segunda cintada, el zaguero sacara la ficha clavada en el terreno y la colocara en el aro vacío que lleva consigo.

Cuando se acaban las fichas, estando clavada en el terreno la ficha 11, en el aro del zaguero habrá 10 fichas y esto es lo que se llama una TIRADA (10 cintadas). El mismo procederá a anotar en su libreta una “tirada” y le entregará al delantero el aro con 10 fichas y el delantero entregará al zaguero el aro vacío para retomar las mediciones.

Al llegar al extremo B, quedara un resto a medir. En ese momento el delantero vendrá a sostener la agarradera y el zaguero medirá y anotará en su libreta el valor del resto. Para apreciar los centímetros comprendidos entre los remaches ubicados cada 20 centímetros se utilizará una cinta graduada. Se mide al centímetro por exceso o defecto, Si son 5 milímetros de resto, se lo lleva al centímetro par más próximo.

Entonces, la longitud de la línea A-B medida será:

$$L = N^{\circ} \text{ tiradas} + N^{\circ} \text{ cintadas} + \text{Resto}$$

Seguidamente se procederá a medir la misma línea en sentido contrario para eliminar los posibles errores groseros cometidos.

3.5.2 Medición a Pasos

Si se hace referencia a utilizar el paso como unidad de medida, será necesario entonces, conocer la medida del paso propio, además de algunas consideraciones a tener en

cuenta para lograr disminuir errores groseros que vayan en detrimento de la exactitud de este método de medición, teniendo en cuenta que, para aplicarlo, el operador recorrerá la línea a medir caminando:

- Este método se aplica a la medición de líneas en terrenos que sean favorables a recorrerse caminando, terrenos llanos sin grandes accidentes y en distancias no más de 500 metros.
- Los pasos utilizados deben ser similares entre ellos, por esto es necesario que el operador no fuerce una longitud determinada de paso ya que seguramente no podrá mantenerla durante toda la medición. El operador debe usar su paso natural y usual, es decir, Paso Normal Sostenido.

Es importante también que cuando el operador recorra la línea a medir, lo haga con una trayectoria recta, de manera de evitar la aparición de errores por medir una línea curva, tal como se muestra en el croquis de la siguiente figura. La manera de mantener un recorrido recto de medición es fijar la vista en algún punto que este en dirección de la línea a medir.

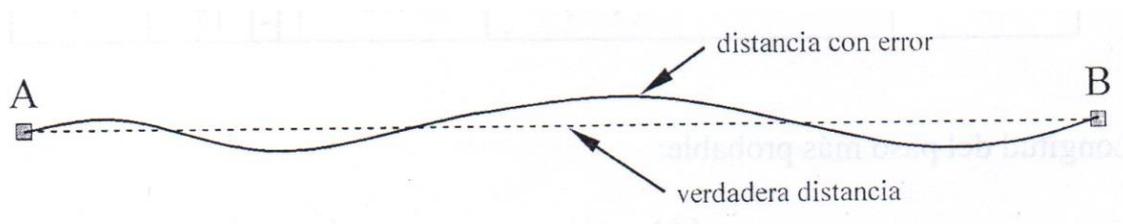


Figura 21: Medición de Distancia a Pasos con Error.

Además, como es en general en todos los procesos de medición en topografía, aquí también se realiza la medición en ida e inmediatamente se realiza en vueltas con el objetivo de eliminar errores groseros. Una vez realizado el recorrido de la distancia en ida y vuelta, se promedian los pasos recordando que la cantidad de pasos debe ser entero por lo que se redondea al número par más próximo.

Determinación de la longitud del paso:

Para conocer la verdadera longitud del paso del operador, es necesario conocer la longitud exacta de una cierta distancia. La longitud del paso “p” se obtendrá a partir de dividir la longitud de la línea en el número de pasos necesarios para recorrerla, para aumentar la precisión se procederá a determinar la longitud del paso en varias líneas para luego determinar los distintos errores y mediante cálculos determinar dicha longitud.

Entonces:

- Longitud del paso más probable

$$P_0 = \frac{\sum p_i}{n}$$

Donde p_i son cada una de las longitudes de cada paso resultantes de dividir la longitud conocida por el número de pasos necesarios en recorrerla, y n corresponde a la cantidad de longitudes recorridas.

- Error medio cuadrático de la medición

$$e = \pm \sqrt{\frac{(dE \times dE)}{n - 1}}$$

Donde dE resulta de la diferencia entre la longitud del paso más probable y la longitud del paso en cada una de las mediciones y $dE \cdot dE$ es la suma de cada una de ellas.

- Error medio cuadrático del resultado

$$E = \pm \frac{e}{\sqrt{n}}$$

- Longitud del Paso:

$$P = P_0 \pm E$$

3.6 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

El objetivo de todo relevamiento, ya sea para elaborar un plano topográfico o un plano para un proyecto de ingeniería, es establecer, en primera instancia una red de puntos de control (puntos con coordenadas norte, este y altura) y después apoyándose en ellos, determinar los detalles o características más sobresalientes del terreno.

Entonces, *Levantamiento Topográfico*, es la realización de un muestreo criterioso de puntos del terreno mediante el procedimiento de medición de ángulos, distancias y diferencias de alturas, que se realiza con el fin de determinar la configuración de un terreno o para ubicarlos con coordenadas sobre un área determinada de la superficie terrestre (levantamiento de control). Proporcionan información detallada sobre las elevaciones y depresiones, ubicación de elementos naturales y artificiales, de tal forma que sea posible dibujar la información completa con planos topográficos.

Su objetivo es la construcción de un “modelo” conceptual de la realidad, la cual es la base para la construcción del Modelo Digital de Elevaciones (a continuación, MDE) que es una maqueta digital del relieve del terreno.

3.6.1 MDE - Modelo Digital de Elevaciones

Un MDE, es un modelo digital del relieve del terreno, que tiene la particularidad de poseer altura (cota), en todos y cada uno de los puntos encerrados dentro de un área planimétrica pre determinada (zona de inclusión).

Un modelo digital de elevaciones en una estructura numérica de datos, que representa la distribución espacial de la altitud de la superficie del terreno. A su vez, incluso los modelos más simples de MDE, nos permiten construir modelos digitales derivados, tales como perfiles transversales en cualquier lugar y con cualquier orientación.

Derivaciones de estos modelos:

- ✓ Si cortamos el MDE con planos verticales, obtenemos perfiles del terreno.
- ✓ Si cortamos el MDE con planos horizontales, obtenemos las curvas de nivel.

3.6.2 Muestreo para MDE

Esta maqueta virtual (MDE), nos servirá de infraestructura básica sobre la cual se desarrollará el proyecto ejecutivo, por lo tanto, mientras más fielmente se ajuste el modelo a la realidad, más verosímil resultará el mismo. Esto le plantea un verdadero desafío al profesional, ya que un modelo perfecto sería representar los infinitos puntos que componen la realidad, cosa que resulta imposible de realizar.

Para llevar a cabo esta tarea, resultando lógico el tiempo y recursos insumidos en la misma, se deberá realizar una selección, un muestreo, es decir, tomar el número de puntos necesarios y suficiente para elaborar un modelo que se aproxime lo más posible a la realidad según nuestras necesidades.

Para esto, nos apoyamos en conceptos básicos. Sabiendo que las curvas de nivel son perpendiculares a las líneas de escorrentía de agua (colectoras), como así también a las dorsales (divisorias de agua), si se identifican claramente estas líneas en el terreno, se habrá dado ya un valioso paso en la identificación de la forma del terreno. Estas líneas de forma, serán las que separarán las áreas de trabajo y serán muy útiles a la hora de confeccionar el modelo digital de elevaciones, y posteriormente, el plano con curvas de nivel.

Reconocidas en el terreno las líneas de rotura, las levantamos tomando los puntos más significativos, es decir, en las inflexiones del terreno para posteriormente realizar un levantamiento de puntos dentro del área demarcada, tomando todos los puntos característicos y los detalles necesarios para la transmisión de la información. La distribución de los puntos en el muestreo debe ser uniforme a modo de permitir la construcción de una malla de triángulos lo más homogénea posible, lo más próximo a formar triángulos equiláteros, a fin de que las curvas de nivel resulten suavizadas, sin quiebres bruscos y que no se crucen entre ellas. Esto resulta factible en los levantamientos areales pero muy difíciles, o innecesarios, de lograr en levantamiento topográficos para obras lineales de gran desarrollo, donde la zona de estudio es una faja muy estrecha en relación a su longitud. En este último caso, lo más conveniente es realizar los levantamientos de una manera sistemática, levantando perfiles transversales al eje de la traza de estudio, a distancias regulares, tomando puntos intermedios de las singularidades que presente el terreno en ellos.

Es muy importante remarcar que la densidad de puntos a relevar, se deberá incrementar convenientemente, en los sectores donde el proyecto empalme con la realidad que no se modifica, a fin de reducir a un mínimo el error por interpolación de datos.

3.7 RELEVAMIENTO DE DETALLES

El Relevamiento de Detalles, es un procedimiento similar al levantamiento topográfico. El objetivo de este relevamiento es capturar la información existente en el terreno de todos los detalles que requiera el proyectista. La información capturada, montada sobre el MDE, genera el Modelo Digital del Terreno (MDT).

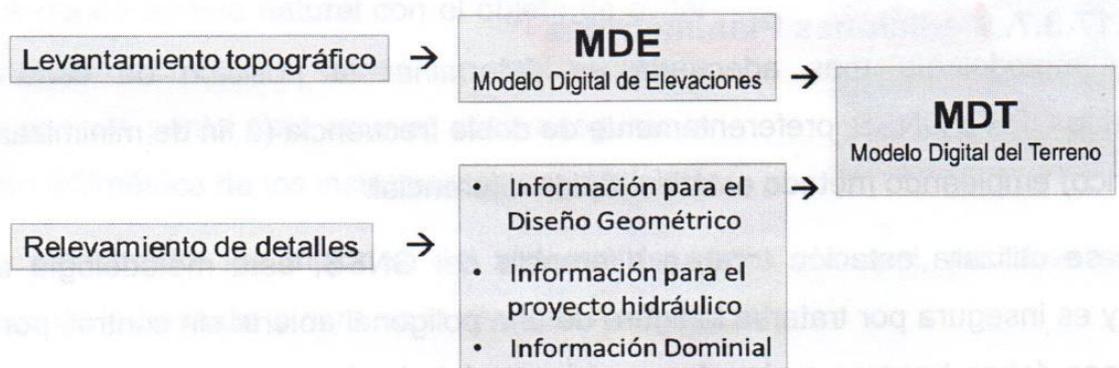


Figura 22: Relación entre Levantamiento Topográfico, Detalles y MDT.

Información a Relevar – Zona Urbana

Es muy importante remarcar que previo a todo proyecto se deberá recolectar la información y antecedentes que se pueda llegar a disponer de entes públicos y privados.

Luego, llegado a la etapa de relevamientos de campo, la información a relevar puede considerarse generalmente de tres tipos, según su utilidad específica:

- Información para el Diseño Geométrico
- Información para el Diseño Hidráulico
- Información Dominial

Información para el Diseño Geométrico:

El relevamiento para obras en zonas urbanas, entre otros detalles, deberá contener:

- ✓ Línea Municipal
- ✓ Interferencias aéreas: líneas de conducción eléctrica identificando la tensión y material de los postes, telefonía, video cable, transformadores, postes de alumbrado público, semáforos, etc.
- ✓ Indicar servicios: redes de agua corriente, gas, cloacas.
- ✓ Posicionar elementos visibles de los conductos subterráneos: cámaras, válvulas, cámaras de registro, etc.
- ✓ Veredas, cordones cuneta (tomando siempre la línea de agua), canteros, badenes, etc.
- ✓ Árboles de gran porte

- ✓ Bocacalles: relevar al menos 50 metros a cada lado, consignando en las calles transversales: PC-CC-FC de las curvas, ochavas, línea municipal, veredas, cordones y eje de calzada (indicando tipo de pavimento)
- ✓ Umbrales de viviendas, desagües de patios, jardines y albañales.

Información para el Diseño Hidráulico:

- ✓ Determinación y ubicación de los accesos a propiedades o cruces en los que resulte necesario materializar alcantarillas longitudinales.
- ✓ Bocas de tormenta de desagües ya proyectados.
- ✓ Alcantarillado transversal y longitudinal existente donde se debe informar el estado de conservación tanto estructural como hidráulico que presente.
- ✓ Colectoras de aguas.
- ✓ Determinación de badenes y/o vados con cotas de entrada y salida, dimensiones, perfiles transversal y longitudinal, materiales, etc.
- ✓ Distintos servicios que por su posición puedan limitar las dimensiones del diseño de los elementos hidráulicos.
- ✓ Cruces especiales: vías férreas, relevando muy bien el área de estudio.

Información Dominial:

Para completar la información de la planimetría general, tendientes a determinar las superficies de las propiedades privadas afectadas a posibles expropiaciones; consignando el posible nombre del propietario, hacen falta los siguientes datos:

- ✓ En campaña: Posicionamiento de todos los límites de propiedades, alambrados, postes esquineros y cercos internos.
- ✓ En Oficina de Catastro Provincial y Municipal: Búsqueda de datos y antecedentes para la generación de Registro gráfico parcelario catastral. Padrón de propietarios.

3.8 METODO DE MEDICION Y POSICIONAMIENTO

Si bien se ha expuesto por separado el levantamiento topográfico del relevamiento de detalles, en la práctica los dos se hacen en forma conjunta, se registran simultáneamente puntos del relieve y detalles de información necesaria a relevar. Tanto los puntos necesarios para generar el modelo digital, como los puntos que transmiten la información pueden ser obtenidos en forma directa mediante un levantamiento en el terreno, o de forma indirecta.

El método empleado para esto es el siguiente:

Método Directo Polar (Taquimetría Total)

Este es un método, que como su nombre lo indica, es de medición directa en el terreno. Los datos medidos se incorporan a una base de datos en tiempo real, mediante una colectora electrónica de datos, que para este método consiste de una Estación Total.

Es el método comúnmente conocido en la topografía como “Taquimetría” o “Nube de Puntos”.

El término “Taquimetría” significa “mediciones rápidas” y se deriva del griego “taklus”, rápido y “metron”, medida. Consiste básicamente en un levantamiento polar, es decir, definimos la posición de los puntos relevados mediante la medición de vectores radiados desde un polo. Cada uno de los puntos, quedara definido por los parámetros del vector correspondiente, obteniendo las coordenadas Norte, Este y Altura de los mismos.

- λ - Magnitud del vector (longitud inclinada).
- φ - Dirección horizontal (rumbo): ángulo formado por la proyección del vector (λ) sobre el plano de referencia, y el eje X de las abscisas, del Sistema de Referencia.
- z - Distancia cenital: ángulo determinado entre el eje vertical del aparato, coincidente con la dirección de la gravedad en la estación, y el vector.
- β - Angulo vertical, complemento de la distancia cenital.

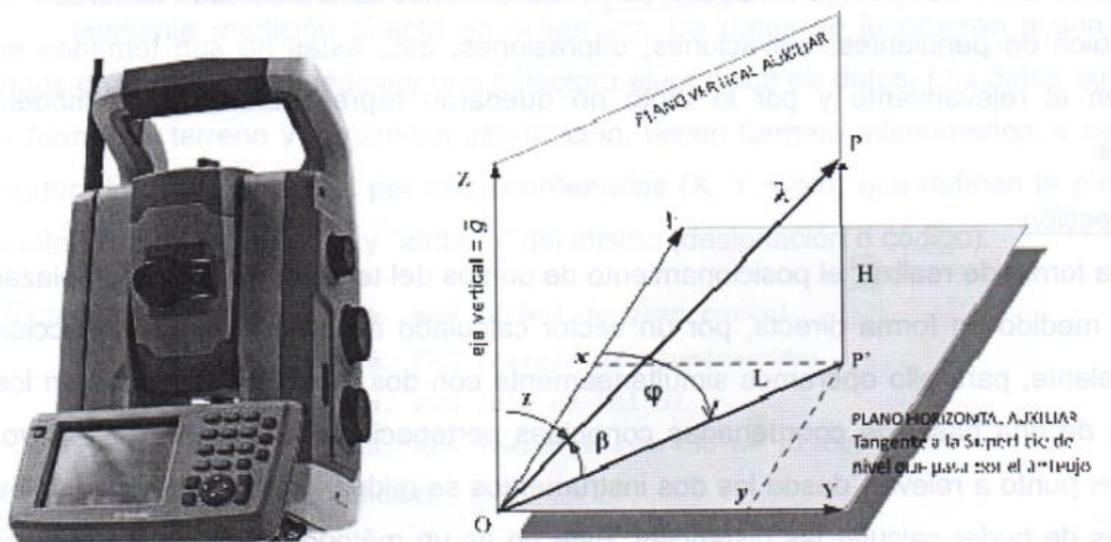


Figura 23: Método Polar (Taquimetría).

En este método, la medición del rumbo se hará por el método sencillo al *minuto* y la determinación de la distancia y desnivel por lectura en la estación, ambas al *centímetro*.

Algoritmos para la transformación de coordenadas polares a rectangulares:

$$\begin{aligned} X &= L \cdot \cos \varphi = (\lambda \cdot \operatorname{sen} z) \cdot \cos \varphi \\ Y &= L \cdot \operatorname{sen} \varphi = (\lambda \cdot \operatorname{sen} z) \cdot \operatorname{sen} \varphi \\ Z &= H + i \rightarrow H = L \cdot \operatorname{tg} \beta \end{aligned}$$

Donde “i” representa la altura del instrumental.

Esta transformación la realiza automáticamente la Estación Total, grabando en la memoria directamente las coordenadas X, Y y Cota del punto relevado.

Los puntos relevados quedan capturados midiendo o calculando un rumbo, El primer paso es entrar en el sistema y orientar el aparato. Esto se consigue estacionando sobre un punto de coordenadas conocidas, visualizando otro punto del sistema, y provocando en el instrumento la lectura de la dirección calculada. En la mayoría de las estaciones totales actuales, se solicita por pantalla las coordenadas rectangulares de la estación y las coordenadas rectangulares del vértice de orientación, no es entonces necesario provocar un rumbo, sino solo realizar la puntería. Procediendo de esta forma, cualquier punto observado, su rumbo medido estará directamente referenciado al Sistema de Referencia.

En resumen, una vez instalada y nivelada la estación total, se procede a iniciarla introduciendo los siguientes datos:

1. Coordenadas norte, este y altura del punto estación.
2. Coordenadas norte, este y altura del punto de orientación.
3. Altura del instrumento.
4. Altura del prisma.
5. Código de los puntos a medir.

Es de suma importancia para no cometer errores groseros, consensuar con el operador de la estación y anotar los posibles cambios de altura del prisma.

Es práctica común de algunos topógrafos, arrumbar a cualquier vértice de la red de apoyo y hacerlo con rumbo $0^{\circ} 00' 00''$, luego en gabinete rotar la estación y ajustar al sistema, pero esto no es del todo conveniente ya que demanda tiempo, hay inmensas posibilidades de cometer errores groseros y fundamentalmente por la falta de control en campaña.

La magnitud del vector, es decir la distancia inclinada, se mide a través de la medición de la fase, de una onda electromagnética. Las estaciones totales modernas permiten medir distancias hasta de 5000 metros desde una sola estación, pero generalmente, de acuerdo a las condiciones del terreno, es difícil de salvar esas distancias, sumado a los obstáculos existentes y reverberación atmosférica.

Los ángulos también se miden por diferencia de fase entre una onda de origen y la onda correspondiente al eje del anteojo.

Las precisiones que se pueden obtener con el método polar, surgirán en cada caso de la correcta aplicación de la acotación de errores, dependerá del instrumental que se disponga (aumento del anteojo, sensibilidad de los niveles, sensibilidad del péndulo, precisión en la medición de la distancia, precisión en la medición angular, etc.). Las precisiones nominales estándar dicen: $\pm 5 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$ para la distancia y de $5''$ de precisión angular (con errores del instrumental corregidos). La mayoría de los equipos

modernos, corrigen de forma automática los errores instrumentales, algunos los dos ejes principales (colimación e inclinación) y otros 3 ejes.

3.9 INSTRUMENTOS A UTILIZAR

3.9.1 Estación Total

Hacia los años 1970 era común encontrar un distanciómetro montado en un teodolito, arreglo poco práctico en su manejo. En los años 1980 comienzan a aparecer las primeras estaciones totales.

Dicho instrumento surge de la fusión de estos dos últimos nombrados, a los que se le agrega un microprocesador, cuya principal función es la de agilizar las mediciones que antes se realizaban con un teodolito convencional, pero que ahora, incorpora aplicaciones y programas que nos dan una mayor precisión y exactitud de las mediciones, haciendo que el manejo sea sencillo y la aparición de errores acumulativos se disminuya considerablemente.

3.9.2 Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

El Sistema de Posicionamiento Global, más conocido por sus siglas en inglés GPS (Global Positioning System), es un sistema que utiliza la constelación NAVSTAR (NAVigation System for Time And Ranging) que consta de veinticuatro satélites de navegación con periodo orbital de doce horas, distribuidos uniformemente en seis planos orbitales con orbitas casi circulares de una altitud media de 22000 km.

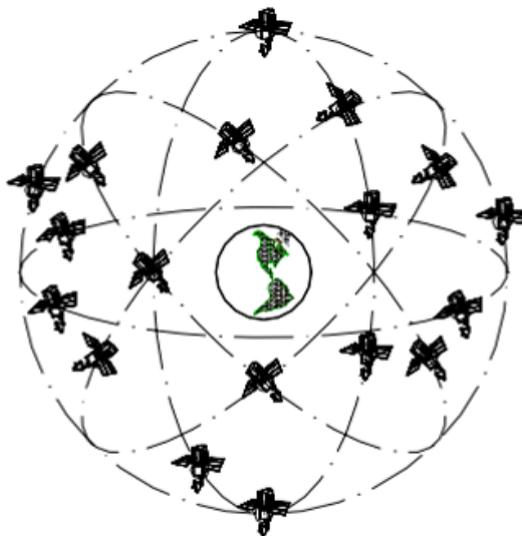


Figura 24: Representación de la Constelación de Satélites.

La metodología se basa en la determinación de la posición de puntos sobre la superficie terrestre, apoyándose en la información radioeléctrica enviada por dichos satélites. Esto permite diferentes rangos de precisión según el tipo de receptor utilizado y la táctica aplicada.

El sistema GPS ha sido desarrollado por el Departamento de Defensa Norte Americano. La metodología nació con el objetivo de mejorar el sistema de satélites de navegación militar TRANSIT (efecto Doppler), muy usado en geodesia desde 1967 en todo el mundo.

Este se asocia al sistema de referencia conocido como World Geodetic System (WGS). El primer elipsoide global de referencia se estableció en 1960 y ha sido mejorado hasta su versión actual denominada WGS89 (definido en 1984). Sobre este sistema de coordenadas se obtienen las coordenadas cartesianas o polares del punto en el que se ha realizado la observación.

El sistema GPS consta de tres sectores:

- La constelación de satélites, previamente descrita.
- El sistema de control terrestre, que consta de seis estaciones fijas que controlan y corrigen a los mismos, a las cuales se les conoce exactamente su ubicación.
- los receptores de usuarios que recogen las señales enviadas por los satélites y determinan las coordenadas del punto sobre el que se encuentran.

El principio de esta tecnología es que se trata de una intersección hacia atrás desde puntos de ubicación conocida en el preciso momento de la medición (satélites) hasta el punto en la superficie terrestres. Esto se logra con la medición de la distancia de nuestra ubicación a por lo menos tres satélites, mediante el tiempo de desplazamiento de una señal emitida por los mismos por lo que se necesita de relojes de muy alta precisión. Se obtiene mejor resultado de esto si la medición se realiza a cuatro satélites.

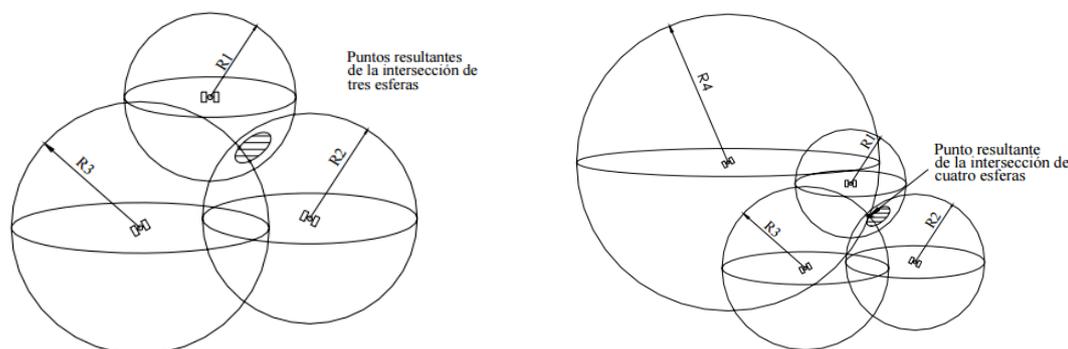


Figura 25: Localización de un Punto con Tres y Cuatro Intersecciones de Distancias de Satélites.

Por lo tanto, resumiendo en cinco pasos lógicos el funcionamiento del GPS, tenemos:

1. **Triangulación.** La base del GPS es la “triangulación” desde los satélites.
2. **Distancias.** Para “triangular”, el receptor GPS mide distancias utilizando el tiempo de viaje de señales de radio.
3. **Tiempo.** Para medir el tiempo de viaje de estas señales, el GPS necesita un control muy estricto del tiempo y lo logra con ciertos trucos.

4. **Posición.** Además de la distancia, el GPS necesita conocer exactamente donde se encuentran los satélites en el espacio. Orbitas de mucha altura y cuidadoso monitoreo, le permiten hacerlo.
5. **Corrección.** Finalmente, el GPS debe corregir cualquier demora en el tiempo de viaje de la señal que ésta pueda sufrir mientras atraviesa la atmosfera.

Los instrumentos a utilizar son muy variados de acuerdo a la evolución que sufrió esta técnica a lo largo de los años, adecuándose a las distintas necesidades civiles. Tanto para la utilización en los distintos medios de navegación, la topografía aplicada a las distintas ingenierías como el uso simplemente en los distintos aparatos portátiles de uso personal.

Precisiones del GPS

La precisión obtenida con estos equipos GPS 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 coordenadas vertical o cota.

En general la exactitud obtenida en mediciones con estos instrumentos dependen 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 se pueden obtener exactitudes en el orden de los 20 m. Si se usa el Servicio Preciso de Posicionamiento, se pueden obtener exactitudes de entre 5 y 10 metros.

En cuanto a la exactitud diferencial, se pueden obtener exactitudes de hasta ± 0.1 - 1ppm y en proyectos de mayor envergadura con equipos adecuados y un riguroso control en todas las etapas del trabajo, se pueden lograr exactitudes de ± 0.01 m ± 0.1 ppm.

La clasificación de los receptores GPS:

- Navegadores con una precisión de 100 m.
- Posicionadores Geodésicos con precisiones de 1 centímetro.
- Posicionadores Topográficos Sub Métricos con precisiones de 1 metro.
- Posicionadores Topográficos Sub Decimétricos con precisiones de 1 decímetro.

3.9.3 Cinta y Ruleta

Existen cintas de acero de diferentes longitudes (25, 50 y 100 metros) las cuales son utilizadas en diferentes casos. Las cintas de 25 metros se utilizan para distancias cortas o para trabajar en terrenos accidentados, las cintas de 50 metros para medir distancias largas y en terrenos llanos o de pendiente uniforme, mientras que las de 100 metros no son aconsejables por ser incómodas.

La longitud total de la cinta está dada entre ambos bordes externos de las agarraderas.

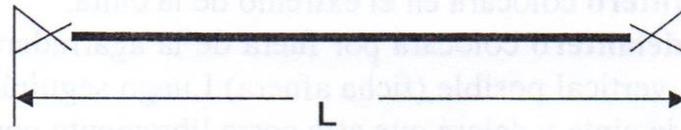


Figura 26: Longitud Total de una Cinta.

La división está dada por remaches cada 20 centímetros. En las cintas de 50 metros, los metros pares se indican con una pequeña placa donde figuran los números grabados a ambos lados, que representan las distancias desde los orígenes. En las cintas de 25 metros todos los metros se indican con estas placas.

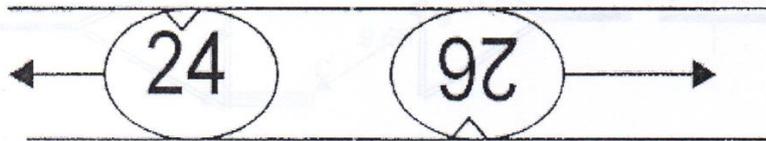


Figura 27: Placas con Metros Pares en una Cinta.

Otros elementos que se utilizan en estas mediciones son las fichas, que son agujas de unos 30 centímetros de longitud y de 5 a 7 milímetros de diámetro. Cada juego de fichas consta de 2 aros y 11 fichas.

A su vez, tanto para medir el resto que quede de la medición con cintas, como para distancias cortas se puede proceder la medición mediante la utilización de ruletas métricas.

CAPÍTULO IV



Tareas de Campo

CAPITULO IV: Tareas de Campo

4.1 INTRODUCCION

En gran medida, el desarrollo de la Practica Supervisada consistió en la realización de estas tareas. Según las mediciones necesarias, podría haberse llevado a cabo con distintos instrumentos y aplicando diversos métodos, pero actualmente, con el uso de la estación total, se simplifican en gran medida la mayoría de estas tareas. Por lo tanto, como ya se hizo mención en el capítulo correspondiente a la teoría, se hizo uso de este instrumento a lo largo de prácticamente todas las tareas de campo.

Se procede a detallar cada una de las tareas realizadas con sus correspondientes particularidades en cada una de las etapas para llevar a cabo esta labor de topografía.

4.2 SISTEMA DE APOYO

4.2.1 POLIGONAL DE BASE

Antes de iniciar todo relevamiento, es necesario contar con un sistema de apoyo en los cuales, valga la redundancia, apoyarse en puntos a los que se les conozca exactamente su ubicación o se desee determinar la misma. Como se conoce, este puede ser cerrado formando un polígono o abierto en el caso de obras de desarrollo línea, denominándose poligonal de base.

En este caso, como se trató de un túnel de alrededor de quinientos metros de desarrollo lineal, el sistema de apoyo podría haber sido de aceptación cualquiera de los dos, pero para el proyecto en sí y su futuro replanteo, se pensó inicialmente en un sistema representado por una poligonal de base que, a lo largo de los relevamientos, sufrió ciertas modificaciones.

El proyecto se realizó mediante un sistema de referencia local por no disponer de puntos fijos atados a algún sistema regional en la cercanía a la obra. Entonces, como no se contó previamente con puntos fijos conocidos, se buscó a lo largo del desarrollo del túnel proyectado, puntos a los cuales, mediante una adecuada inicialización del sistema de referencia con la estación total, se pudiera considerar como tales y ser base del sistema de apoyo.

Es así que la poligonal se materializó a lo largo de todo el relevamiento y no previamente al mismo. Se dispuso inicialmente de un trazado tentativo del túnel producto de un anteproyecto y modelación del estudio de tránsito generados en el área, a partir del cual, y a medida que se avanzó en las tareas de campo, quedó materializada dicha poligonal mediante ocho puntos base.

- Pintura en aerosol con la cual se marcó sobre un elemento circular (piedra, tapita de botella, etc.) quedando el lugar sin pintar donde se apoyó el prisma.



Figura 29: Punto Fijo – Marca con Aerosol

- Clavos y estacas de hierro clavadas sobre el terreno con ayuda o no de la pintura para su mayor detección.



Figura 30: Estacas de hierro

- Mojones de hormigón con alguna marca por encima ya presentes en el lugar.



Figura 31: Punto Fijo – Mojón de Hormigón

- Sobre el vértice de un bebedero de hormigón, como caso particular ya que el mismo permanecerá fijo a lo largo del tiempo de no mediar inconvenientes ajenos a la ejecución de la obra.



Figura 32: Punto Fijo – Vértice de Bebedero

4.2.4 ABALIZAMIENTO DE PUNTOS FIJOS

Como en todo trabajo de esta índole, es necesario asegurar en el tiempo la continuidad de estos puntos de referencia en los que se apoyó el levantamiento y, sobre todo, aquellos que definen la poligonal de base del trazado del túnel.

Parte de esta continuidad se logró posicionando dichos puntos fuera de la traza del túnel, pero al tratarse de un proyecto y surgieron eventualidades en la definición del mismo, algunos puntos fueron alcanzados por el túnel.

Esto ocurrió en el caso de un par de puntos que conforman la poligonal de base. Para no perder entonces referencia de los mismos y poder materializarlos nuevamente, a todos los puntos de importancia se los abalizó de manera conveniente, midiendo con diferentes instrumentos, a tres puntos fijos fuera del área de trabajo quedando referenciados mediante estas distancias (Figura 33).



Figura 33: Abalizado Punto Fijo 11

En el caso de desaparecer por los trabajos de maquinarias o cualquier otra eventualidad, se recuperan los mismos mediante el trazado de circunferencias en las distancias relevadas a ellos y donde dichas circunferencias se cortan, materializan el punto.

Como ya se mencionó, son necesarias dos distintas, la tercera queda de control en el caso de desaparecer alguna de estas referencias.

Además de esto, sabiendo que un punto va a ser alcanzado por la traza o los trabajos, previo al comienzo de estos, se debe trasladarlos hacia otro punto alejado y que asegure permanencia en el tiempo.

A continuación, se puede apreciar el resultado de esta tarea de abalizado, donde se representó las medidas tomadas para cada uno de ellos a elementos cercanos donde se priorizó aquellos que aseguren permanencia en el tiempo. Estos elementos fueron mayormente luminarias, postes de luz o corriente de diferentes materiales, aristas de muros, bancos de descanso, cámaras subterráneas, garitas de colectivo, semáforos entre otros.

CAPÍTULO IV – Tareas de Campo

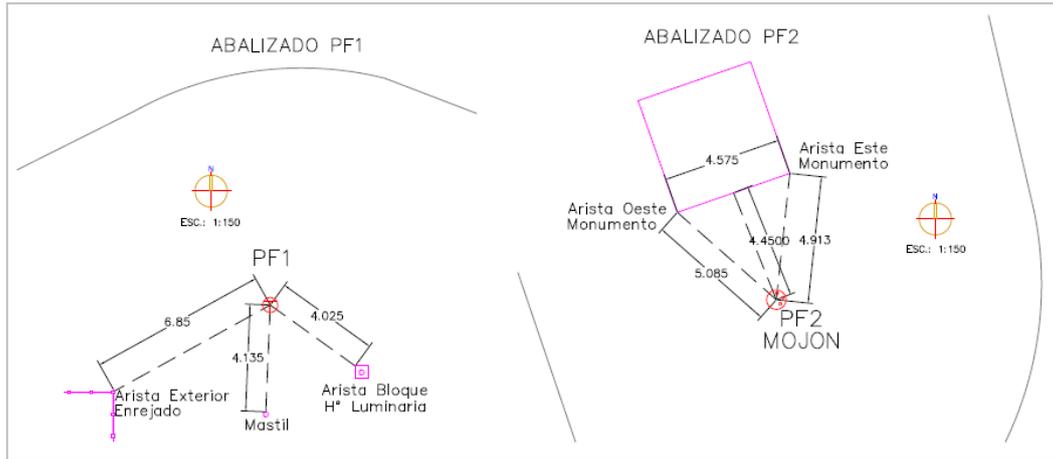


Figura 34: Abalizado PF1 y PF2

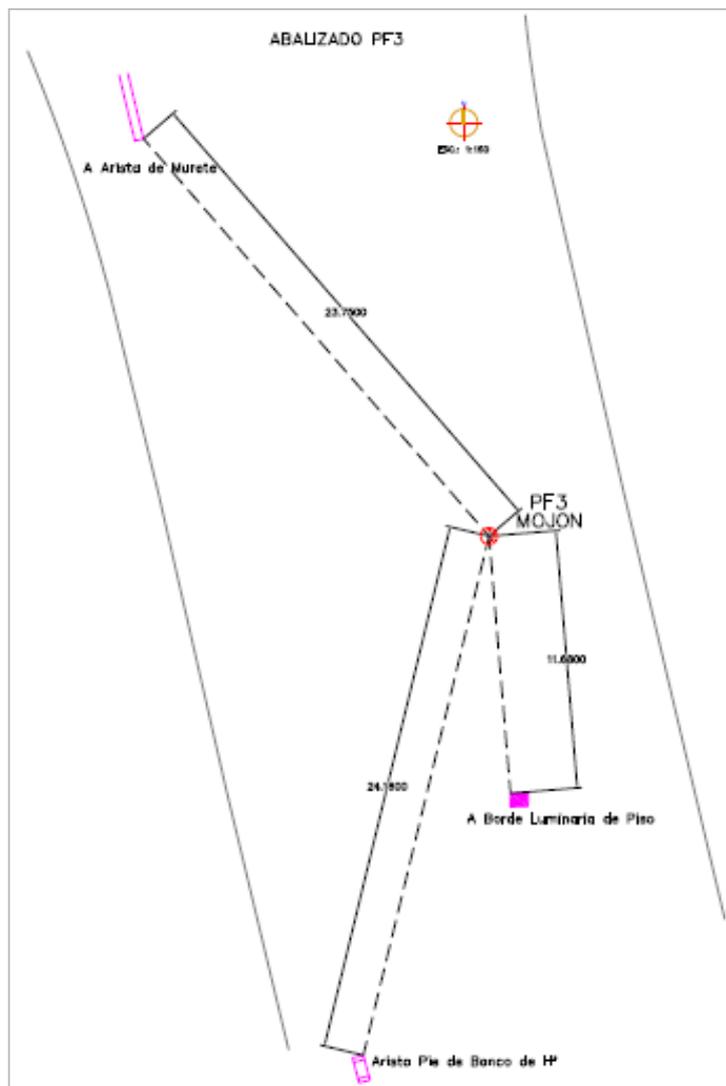


Figura 35: Abalizado PF3

CAPÍTULO IV – Tareas de Campo

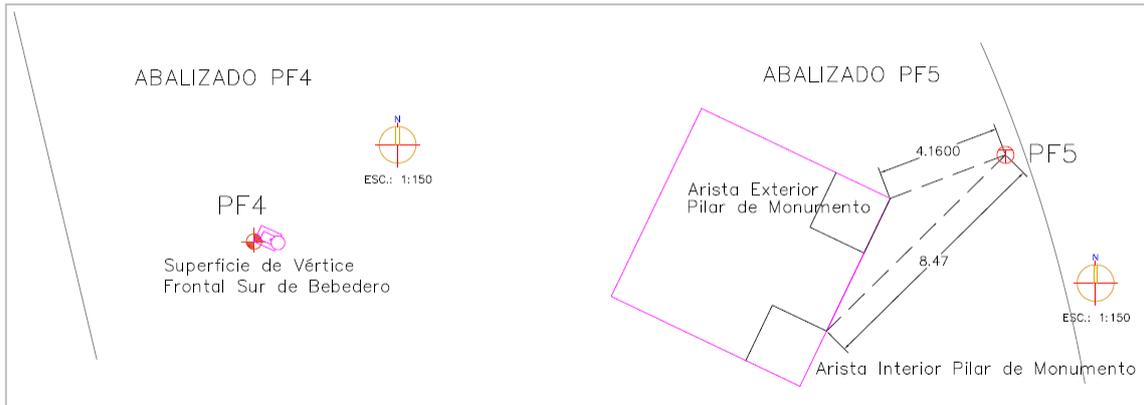


Figura 37: Abalizado PF4 y PF5

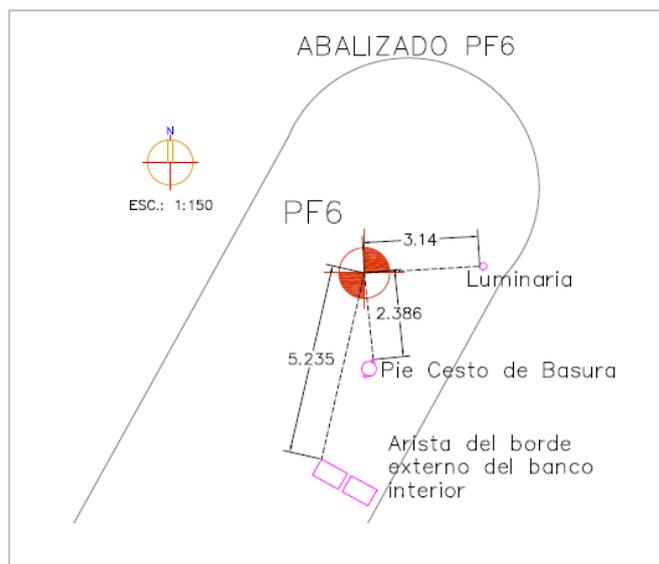


Figura 38: Abalizado PF6

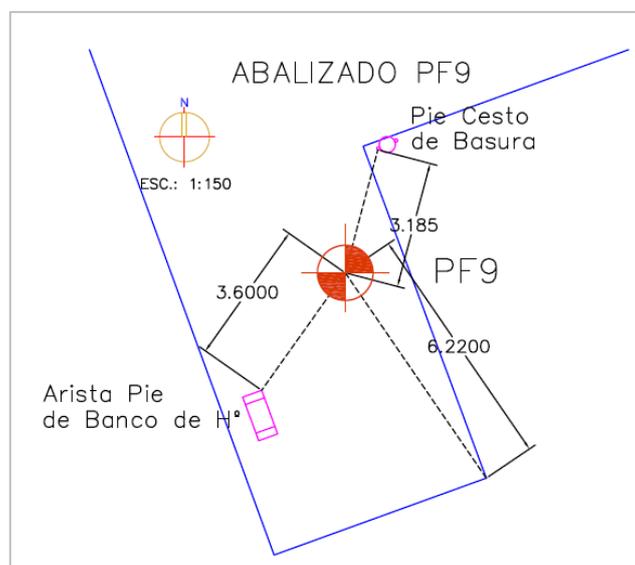


Figura 36: Abalizado PF9

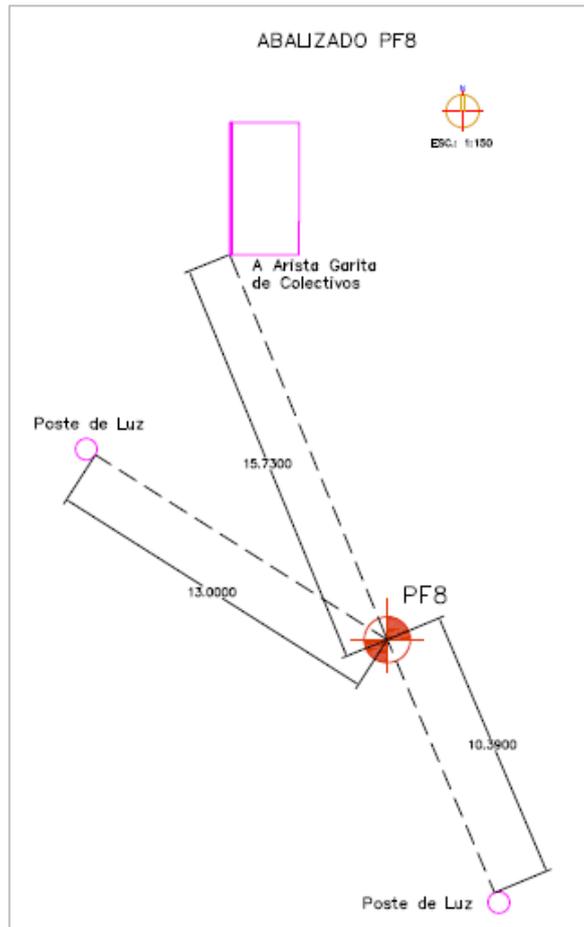


Figura 40: Abalizado PF8

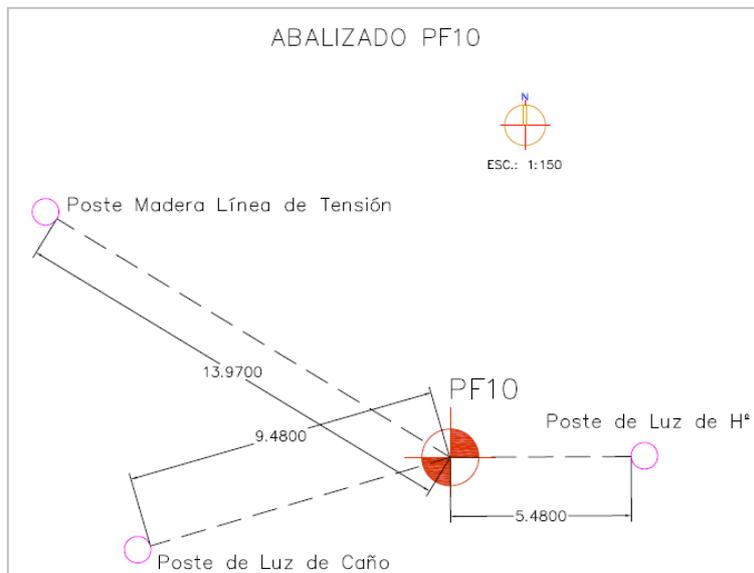


Figura 39: Abalizado PF10

CAPÍTULO IV – Tareas de Campo

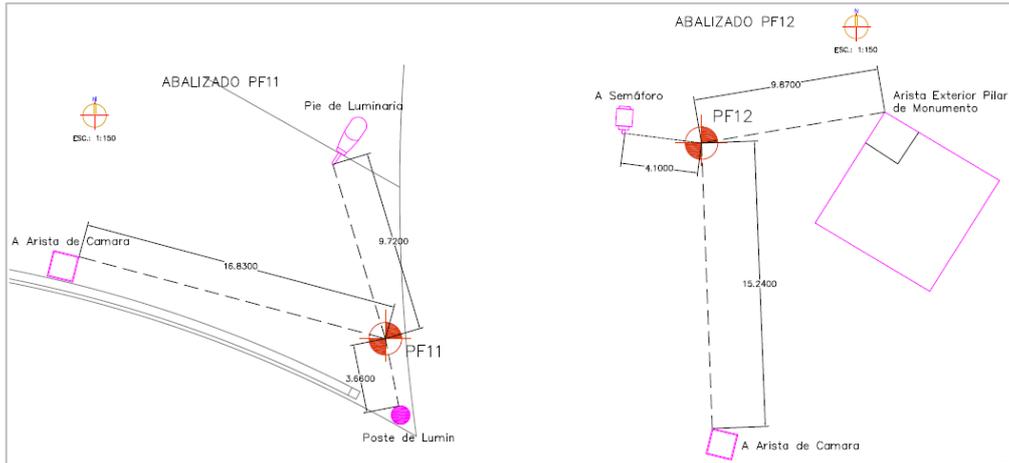


Figura 41: Abalizado PF11 y PF12

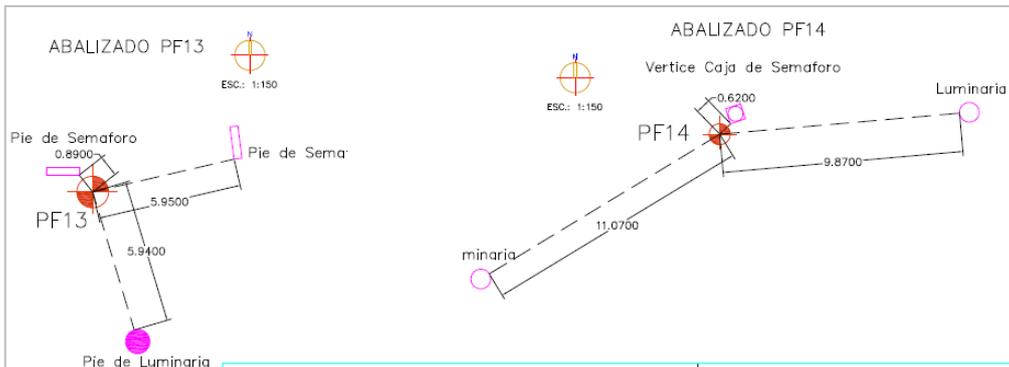


Figura 42: Abalizado PF13 y PF14

Sucedió en el transcurso del desarrollo del proyecto, que uno de los puntos fijos previamente abalizado, por obras de refacción del espacio histórico a cargo de la municipalidad, fue destruido (figura 43 y figura 44). Por esto, más allá de ya tener las coordenadas correspondientes al mismo en el sistema de referencia, es que se acentúa la importancia de esta tarea.



Figura 43: Punto de Referencia previa Destrucción



Figura 44: Punto de Referencia luego de Destruído

4.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO Y RELEVAMIENTO DE DETALLES

4.3.1 INTRODUCCION

Para no resultar repetitivo en los siguientes puntos, dado que la tarea que se realizó en el propio levantamiento topográfico y relevamiento de detalles resulta similar para cada zona, es que en este punto describo la tarea general para luego si, detallar la finalidad del relevamiento de cada sector en particular.

4.3.2 PROCEDIMIENTO COMUN

Una vez inicializado el sistema y posicionada la estación total en el punto fijo correspondiente, se ejecutó el relevamiento. Para realizar bien la tarea debió tenerse en cuenta los posibles errores a cometerse en el proceso de medición, por lo tanto, para reducir estos, se anotaron medidas características necesarias para realizar la corrección de aquellos errores salvables.

Como este instrumento realiza las correcciones automáticamente y también hace la transformación necesaria para obtener la distancia verdadera horizontal salvando las fallas posibles del terreno, es que se debió ingresar la altura del prisma a la cual se realizarían las mediciones (se utilizó siempre altura de prisma 1.70 metros) y conocer también la altura propia de la estación.

Por lo tanto, cada inicio de día de trabajo, según la zona a relevar, se paró la estación en el punto designado y se arrumbó a una estación anterior, conocidas ya sus

coordenadas planialtimétricas. Luego de generar esa lectura, esta nueva posición actuó como polo a partir de la cual se realizó la medición y correspondiente cálculo para cada uno de los puntos relevados.

En cuanto a los datos relevados, se informó en cada uno de ellos el código de dato a relevar, es decir, a que correspondía el mismo (árbol, muro, canaleta, línea de agua, cordón cuneta, etc.) facilitando su interpretación en la nube de puntos para su dibujo en el espacio digital de trabajo. Como ya se dijo, el levantamiento topográfico del terreno se realizó en simultáneo con el relevamiento de detalles, es por esto que hubo cantidad y calidad de información que hacen a cada tarea y dándole un código específico resultó de ayuda para la representación de la zona y puntos limitantes del diseño.

Los datos topográficos sirvieron para obtener así el relieve de la zona de estudio, es decir, sus curvas de nivel. Este resultado debió ser representativo de la zona, por lo que se colectó información de dorsales y colectoras de agua, como también en zonas donde no se apreció a simple vista las mismas, se tomó puntos para ajustarlo más a la realidad y evitar errores groseros en las triangulaciones entre éstos, generadas por las herramientas digitales utilizadas.



Figura 45: Relevamiento Calle Poeta Lugones



Figura 46: Relevamiento Línea de Agua en Poeta Lugones

El relevamiento de detalles, además de servir para la representación del terreno ya que a la mayoría de los mismos se los relevó en sus contornos y a nivel del terreno, sirvió tanto para analizar factores de diseño como para dejar asentado en las respectivas notas técnicas o pliegos generados y ser tenidos en cuenta por quien corresponda.

Esto último corresponde a ciertos detalles relevados que deben ser tenidos en cuenta para una expansión necesaria del proyecto o por la constructora adjudicataria de la obra que no se encuentre con imprevistos de gravedad.

La obtención de estas interferencias (detalles significativos relevados), se realizó en mayor medida mediante el método descripto. Pero el mismo fue necesario complementarse por un recorrido posterior de la zona, medición de distancia mediante métodos complementarios adecuados a la facilidad del momento y al apoyo en herramientas digitales. Estos métodos alternativos consistieron en mediciones con ruleta de mano a puntos o líneas conocidas y mediciones a pasos para distancias más largas las cuales se realizaron a paso sostenido en ida y vuelta.

4.3.3 PLAZA ESPAÑA

En la zona propia a la plaza, que comprende tanto el interior de la rotonda, como todas las bocacalles que desembocan en la misma, el levantamiento de datos se llevó a cabo con la finalidad de tener tanto la forma del terreno como sus interferencias.

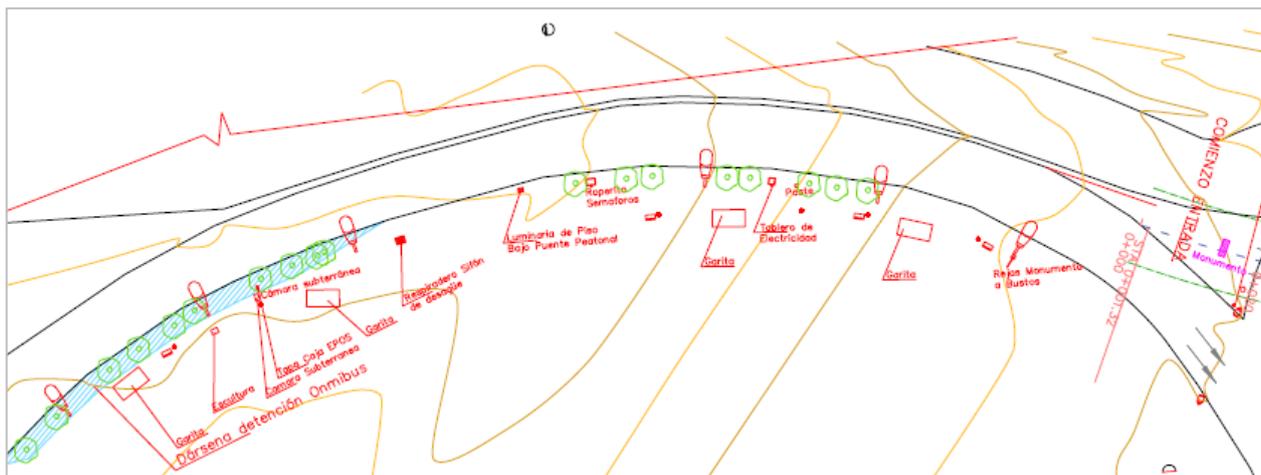


Figura 49: Levantamiento y Relevamiento Yrigoyen Sur - 2

4.3.5 BOULEVARD CHACABUCO NORTE

Como en el caso anterior, la incidencia directa del proyecto, llevó a la necesidad de un adecuado relevamiento.

Este relevamiento se extendió desde el inicio en la rotonda de Plaza España hacia el norte hasta la mitad de la cuadra entre Derqui y Obispo Oro.

Aquí, al tratarse de la finalización del túnel proyectado, se debió conocer perfectamente la ubicación planialtimétrica de la progresiva final con lo que se dispuso en su cercanía de un punto fijo al cual se le conoce la misma.

Al resultar la salida en forma recta y con pendiente negativa al sentido de avance, no surgieron demasiados inconvenientes en cuanto al desagüe ya que no se apreció un futuro ingreso de agua extra a la propia precipitada en la rampa debido a la pendiente propia del Boulevard.

Si resulto de importancia conocer debidamente las interferencias. Por el relevamiento de estas y por los planos correspondientes a cloacas, se observó que se produce un cruce del mismo en la esquina de la calle Larrañaga y Bv. Chacabuco, tratándose la solución de este problema con el ente correspondiente; se necesitó conocer la ubicación exacta correspondiente al cruce con calle Derqui para diagramar la solución de la finalización del túnel, la proyección del futuro cruce peatonal y cierre de giros actualmente permitidos.

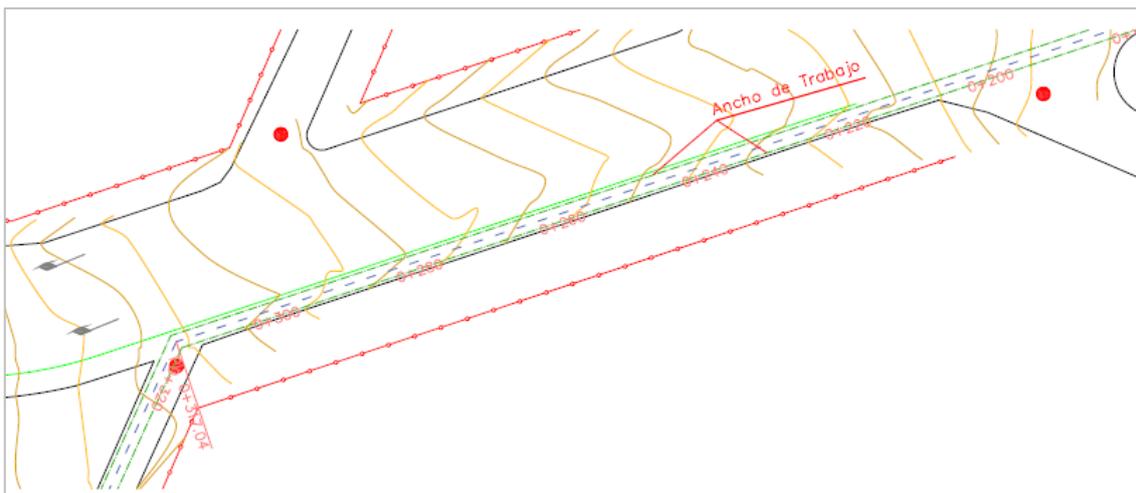


Figura 52: Levantamiento y Relevamiento Yrigoyen Norte - 1

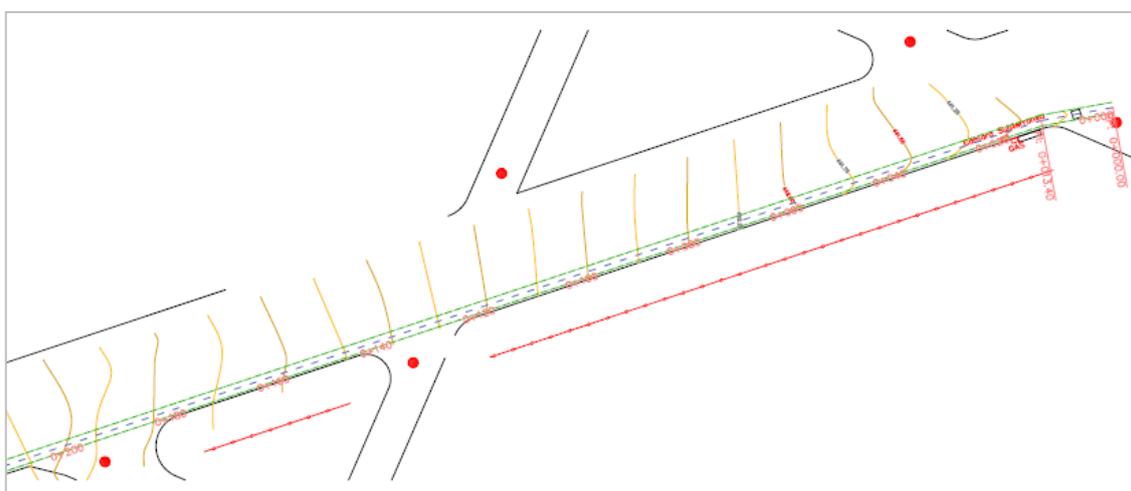


Figura 51: Levantamiento y Relevamiento Yrigoyen Norte - 2

4.3.7 POETA LUGONES

De forma similar que en el caso del relevamiento llevado a cabo en la avenida Hipólito Yrigoyen Norte, se planteó la necesidad de analizar los niveles de este tramo ante la posibilidad de desaguar el túnel por la misma.

Se relevaron puntos característicos planialtimétricos desde el inicio de esta calle hacia el este en el cruce con la calle Transito Cáceres de Allende a modo de poder representar todas las bocacalles en el plano y a su vez, analizar la diferencia de nivel en todo el tramo.

Cabe mencionar que, dentro del grupo de trabajo otro colega fue quien realizó el análisis y selección de dichas alternativas, y en este tramo se presentaba la posibilidad de realizar el desagüe mediante caño enterrado hasta aflorar en la superficie y desaguar a

una laguna dentro del Parque Sarmiento, o llevarlo a cabo mediante bombeo en el túnel y que el propio desagüe se diera por superficie escurriendo por esta calle.

4.3.8 PARQUE SARMIENTO

Como se mencionó en los primeros capítulos, las consecuencias de la ejecución de esta obra generan la necesidad de realizar obras complementarias en la zona de influencia debido a los movimientos permitidos del tránsito.

Resultó necesario el relevamiento completo de una zona del Parque Sarmiento, delimitada por las calles Av. Hipolito Yrigoyen Sur, Av. Concepción Arenales, el predio del Córdoba Lawn Tennis Club y Av. Presidente Julio Argentino Roca.

El levantamiento y relevamiento consistió, como en los demás casos, de la toma de puntos planialtimétricamente para con estos poder analizar tanto la forma del terreno como conocer de la presencia de cualquier objeto de importancia en dicha zona, debido a la existencia de árboles de gran porte principalmente.

En un principio la alternativa que se planteó consistía en una calle que comenzaba en la glorieta existente en la Av. Presidente Julio A. Roca por lo que se realizó un relevamiento detallado de ese sector para poder representar de forma adecuada dicho punto de conflicto. No solo en planta, sino teniendo en cuenta las líneas de agua y puntos limitantes del diseño.

Dicha calle salía directamente a la rotonda en el ingreso de Ciudad Universitaria. Ronda que representa la intersección entre las calles Av. Concepción Arenales, Av. Hipólito Yrigoyen Sur, Av. Cd. De Valparaíso y Av. Rogelio Nores Martínez por lo que aquí también se debió realizar un relevamiento más detallado.

Esta alternativa no resultó adoptada.

A su vez, por cuestiones de impacto ambiental como se estaba dividiendo dicho sector del parque, se prefirió trasladar la misma más cerca al predio del Lawn Tennis y no sacrificar parte del parque.

Debido a esta segunda alternativa planteada, debió extenderse el relevamiento planialtimétrico hacia el este, teniendo en cuenta el límite con la propiedad del Lawn y en este caso, para evitar generar modificaciones en la glorieta existente dentro del parque, se cambió el inicio de esta calle corriéndola hacia el este, detrás del predio del Lawn en calle Av. Pres. Julio A. Roca donde se magnifico la importancia de relevar sus líneas de agua ya que resulta un punto condicionante del diseño altimétrico.

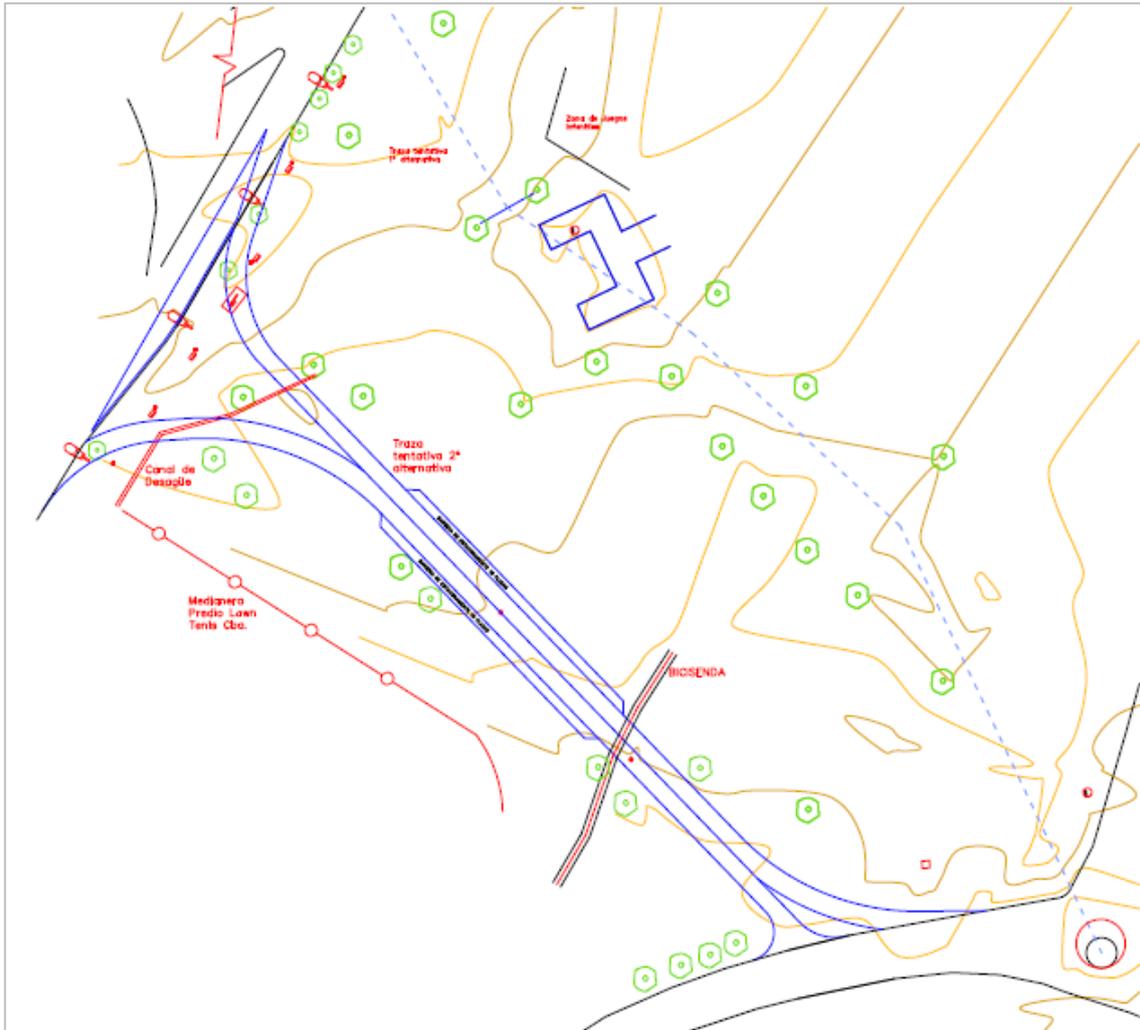


Figura 53: Levantamiento y Relevamiento Campo Atravesía

A su vez, en el momento del relevamiento, para evitar futuros perjuicios, se observó la necesidad de tomar puntos planialtimétricos de un canal de desagüe existente en dicha zona que atraviesa la calle propuesta, ya que el mismo se encontró muy deteriorado y sin mantenimiento, evidenciando a simple vista un hundimiento en su parte central, por lo que no desagua correctamente. Cercano al mismo se observó un sector de juegos infantiles, el cual se encuentra castigado por estancamiento de agua los días de fuertes lluvias debido al mal funcionamiento del canal mencionado y también debido a que la zona quedó en depresión luego de la ejecución de un puente peatonal en su cercanía.

Ante esta problemática es que, aparte de realizar el relevamiento correspondiente en la zona, se dejó asentada la misma en el informe correspondiente a modo de generar algún punto a tener en cuenta por la empresa que resulte adjudicataria de esta parte del proyecto, realizando una correcta nivelación de dicha zona y re funcionalización del canal de desagüe.



Figura 54: Canal de Desagüe Deteriorado y Anegado

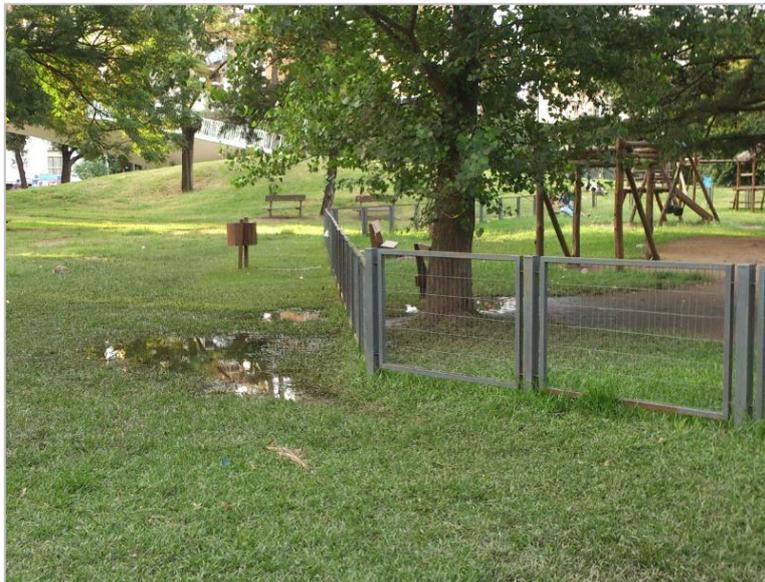


Figura 55: Juegos Infantiles con Anegaciones de Agua

4.3.9 CONCLUSIONES

Es necesario remarcar la importancia que la realización de esta tarea presenta. Se obtuvo como resultado un modelo digital donde pueden apreciarse adecuadamente la superficie tridimensional y los factores determinantes de diseño. Para llegar al mismo fue necesario que un profesional o técnico recorran el área realizando dichos levantamientos, determinando que puntos había que levantar.

Se obtuvo un modelo digital del terreno, que abarca el modelo digital de elevaciones que representa la topografía del lugar y el relevamiento de detalles con el cual se delimita el área. Se relevaron las interferencias con la que se va a encontrar quien sea el encargado de llevar adelante la ejecución del proyecto.

Disponer de un correcto modelo digital del terreno facilita un sinfín de tareas como ser cálculos métricos, análisis de alternativas, variar el diseño adoptado del proyecto para llegar al definitivo, obtener la superposición del proyecto con la realidad a modo de analizar en el sentido que uno quiera, los condicionantes del diseño. Es por todo esto que se concluye que esta tarea debe ser llevada a cabo de manera precisa y responsable ya que representa un apoyo continuo a otros colegas encargados de otras tareas que hacen al proyecto en sí.

4.4 INTERFERENCIAS

4.4.1 PLANIALTIMETRIA DEL TUNEL

Como ya se hizo mención, es importante tener en cuenta todas las interferencias presentes en el área de trabajo. La misma se estimó en doce metros de ancho que abarca tanto el ancho de extremo a extremo de las líneas de pilotes que forman parte del sistema de fundación como dos metros más de cada lado aproximadamente donde se consideró el movimiento de la maquinaria.

Se marcaron dos líneas, cada una a seis metros del eje de la traza del túnel, para considerar la zona de influencia y poder relevar adecuadamente las interferencias superficiales y subterráneas fácilmente observables.

Estas interferencias fueron relevadas en principio por el método e instrumento empleado para el relevamiento de detalles ya descritos, pero, además debido a modificaciones que se realizó en la traza, se hizo un recorrido extra de la zona donde con ayuda de un plano, se posicionó mediante métodos alternativos de medición, más interferencias consideradas de importancia.

En este segundo recorrido, se relevó todas las cámaras subterráneas que se pudieron apreciar, monumentos o monolitos de interés público que debieran trasladarse, cajas de servicios de luz y semáforos, luminarias y líneas de árboles que por pequeños que fueran, hacen a las consideraciones del futuro constructor como también del encargado del estudio de impacto ambiental de la obra.

A continuación se puede observar imágenes de las interferencias significativas tomadas en este relevamiento.



Figura 56: Interferencias Significativas - Plaza Dean Funes



Figura 57: Interferencias Yrigoyen Sur



Figura 59: Interferencias Yrigoyen Sur y Plaza España



Figura 58: Interferencias Plaza España - Sur



Figura 61: Torre Alcanzada por el Proyecto – Plaza España



Figura 60: Interferencias Plaza España - Norte

4.4.2 PLANIALTIMETRIA DE DESAGUE

Como en el caso anterior, en un segundo recorrido se realizó la ubicación de las interferencias faltantes de relevar. En esta traza no eran demasiadas, considerando que la misma se da aproximadamente por el eje de calle Larrañaga y por el eje de la ciclovía que se encuentra en Av. Hipólito Yrigoyen hasta desembocar en la cámara de descarga destinada a recibir el desagüe del túnel.

Aquí cabe destacar la particularidad de que el desagüe se da entre las pilas que conforman el sistema de fundación del túnel, por calle Larrañaga y allí se observó la presencia de bocas de registro de cloacas que podían interferir. De hecho, una de ellas causa un punto de conflicto que se dejó asentado en el informe correspondiente para que el ente encargado de la prestación de este servicio, realice un corrimiento de dicha cámara conflictiva. Esta decisión se dio debido a que casualmente en ese tramo y por presencia del túnel, el cruce de cloacas ya mencionado que se da en la intersección de Bv. Chacabuco y Larrañaga, debe cambiarse de ubicación. Por lo tanto, ante esta conocida necesidad de obra complementaria a cargo del ente respectivo, se solicitó la modificación de la cámara ya mencionada.



Figura 62: Interferencia Boca de Registro - Larrañaga

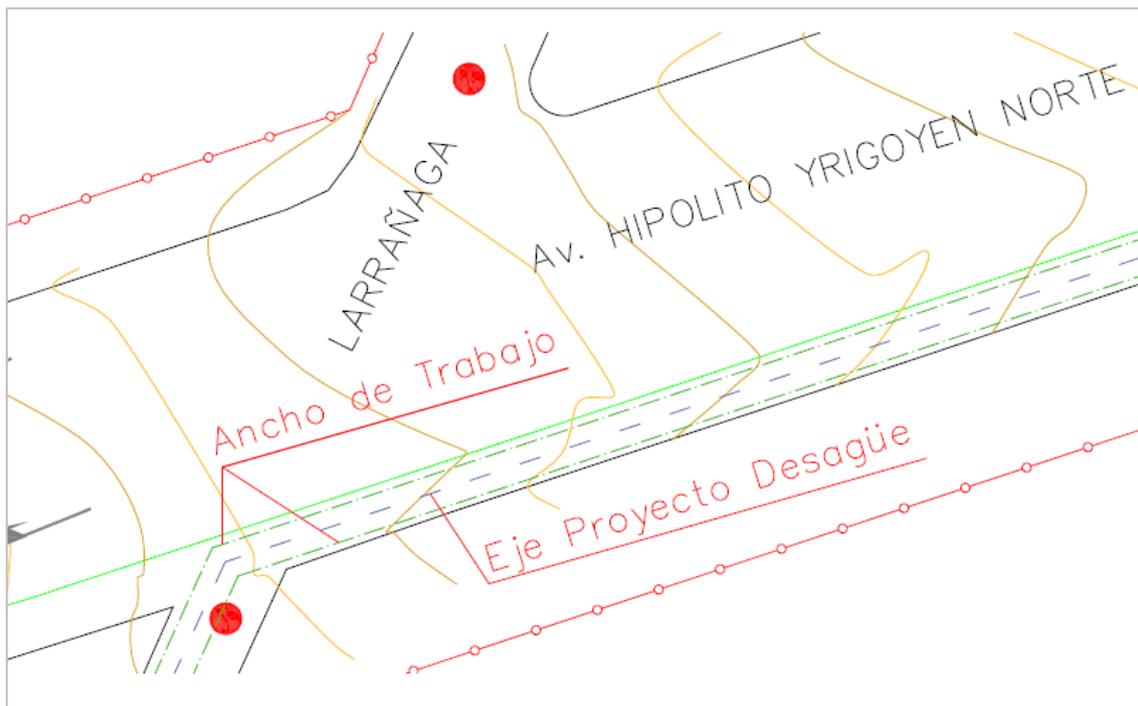


Figura 63: Interferencia Larrañaga e Yrigoyen - Desagüe

4.4.3 APERTURA DE CALLE Y OBRAS COMPLEMENTARIAS

Las obras complementarias necesarias en las cuales resulto necesario relevar las interferencias son:

- Dársena para colectivos en cercanías a la rotonda de Ciudad Universitaria.
- Corrimiento de vereda derecha en zona de entrada al túnel para pasar de dos carriles a tres carriles.
- Corrimiento de vereda frente a Plaza del Bicentenario y dársena para colectivos, pasando de dos carriles a tres en salida a Plaza España.

Por lo tanto, en todos estos sectores se intensifico la tarea recorrido de la zona, anexando a los detalles ya tomados planialtimetricamente con estación total, posicionando y contabilizando los postes de alumbrado, líneas de corriente, cámaras subterráneas, líneas de árboles, obras de arte y objetos de uso público como bancos, garitas de colectivos, entre otros.

A continuación se observan imágenes de las interferencias apreciables en estas zonas. Las mismas se encuentran adecuadamente representadas en el plano de situación actual anexado en el capítulo correspondiente.



Figura 64: Interferencias en Zona de Dársena de Colectivos



Figura 65: Interferencias en Zona de Corrimiento de Vereda - Plaza del Bicentenario



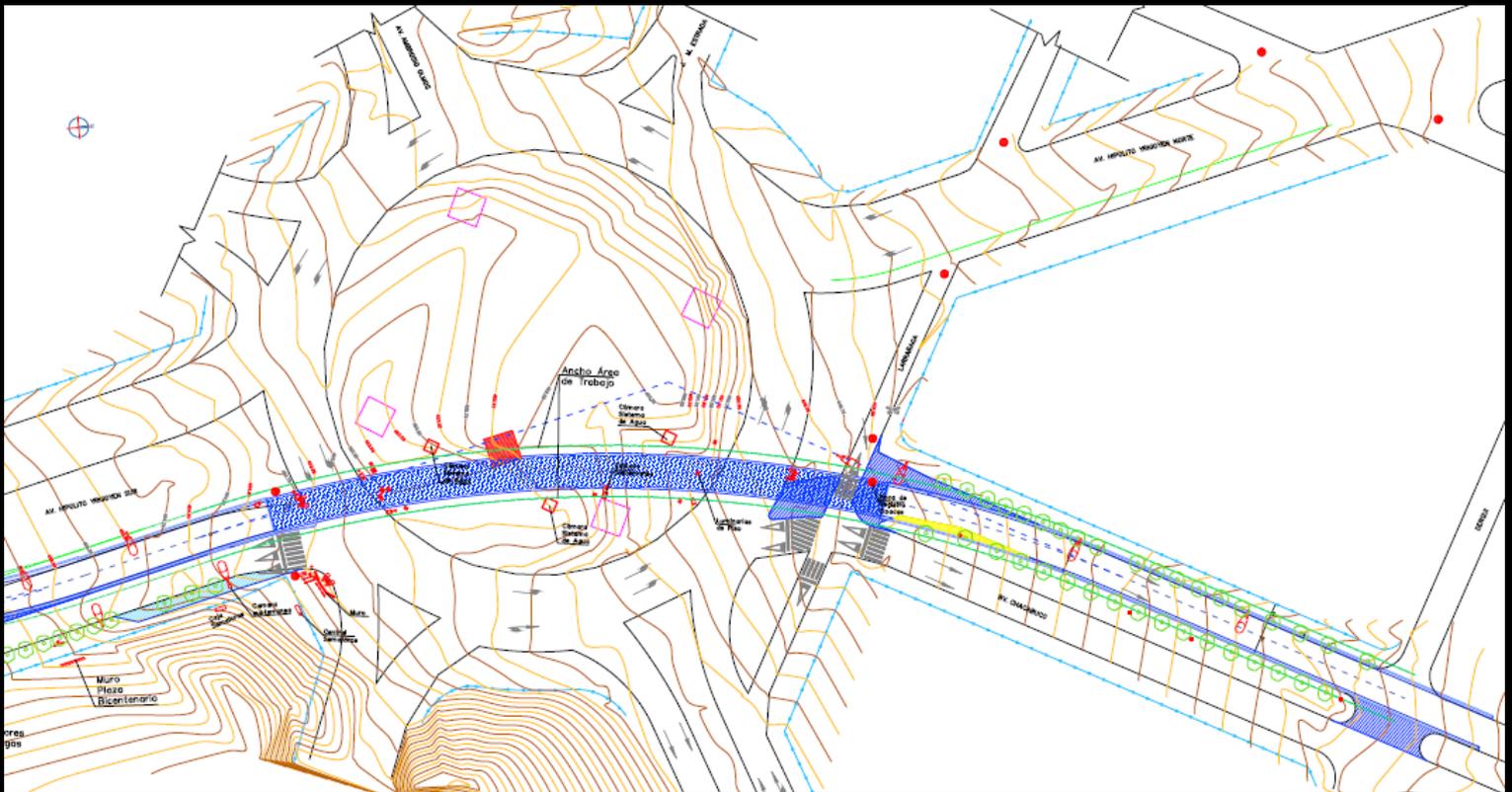
Figura 66: Interferencias en Zona de Dársena – Rotonda Ciudad Universitaria

4.4.4 CONCLUSIONES

Esta tarea resultó importante siendo una parte fundamental para poder obtener la conformación del espacio según la situación actual. Al obtener adecuadamente ésta sin dejar pasar ningún tipo de interferencia hacen a la calidad del relevamiento de detalles a modo de impedir que se produzcan imprevistos a la hora de ejecución de la obra.

Más allá de que algunos objetos puedan parecer irrelevantes, es necesario dejar asentado la presencia de los mismos para evitar cualquier tipo de problema que se pueda llegar a presentar con los mismos si no hubieran sido relevados.

CAPÍTULO V



Tareas de Gabinete

Tabla 1: Puntos Fijos

Tabla de Puntos Fijos			
Punto	Elevación	Norte (Y)	Este (X)
PF1	459.03	716.67	1088.80
PF2	457.10	797.93	1057.31
PF3	454.95	860.80	1046.76
PF4	457.48	796.02	1090.17
PF5	451.81	974.35	1066.39
PF6	446.09	1134.26	1116.86
PF7	459.88	509.28	1060.53
PF8	459.68	624.63	1008.18
PF9	459.26	568.82	1121.47
PF10	458.16	662.25	1246.04
PF11	450.39	1017.65	1052.22
PF12	450.44	1000.03	1000.02
PF13	451.59	985.32	1079.63
PF14	457.75	753.22	1048.60

A su vez, se tomó mediante GPS de mano convencional, las coordenadas GPS de cuatro de los catorce puntos fijos. Las mismas solo eran mera cuestión de formalidad y sirven para facilitar la localización de los puntos fijos en el terreno.

Tabla 2: Coordenadas GPS de cuatro Puntos Fijos

Tabla Coordenadas GPS			
Punto	Longitud (W)	Latitud (S)	Elevación
PF2	064°11,050'	31°25,797'	457.10
PF5	064°13,013'	31°21,392'	451.81
PF8	064°11,064'	31°25,895'	459.68
PF9	064°10,988'	31°25,913'	459.26

5.2.2 PLANO DE TRIANGULACION

Luego de cada día de campo, se pasó la información de la estación total a formato digital y con la misma se generó la nube de puntos. Una vez que se terminó el levantamiento topográfico, con la disposición de todos los puntos representativos del terreno, se generó la triangulación de ellos mediante la herramienta digital utilizada.

Esta triangulación sirvió de apoyo para la interpolación que la propia herramienta digital realizó a modo de obtener las curvas de nivel representativas de la topografía del área del proyecto.

Es importante mencionar, que más allá de que es la herramienta la que facilita este paso, se realizó una revisión del mismo para evitar situaciones incoherentes, sobre todo por la interpolación que se realizan entre puntos en áreas que no hay resultado relevadas.

A continuación, se puede observar una imagen representativa de este resultado (Figura 68), la misma resultado del plano “PPE-Planimetría-Triangulación”.

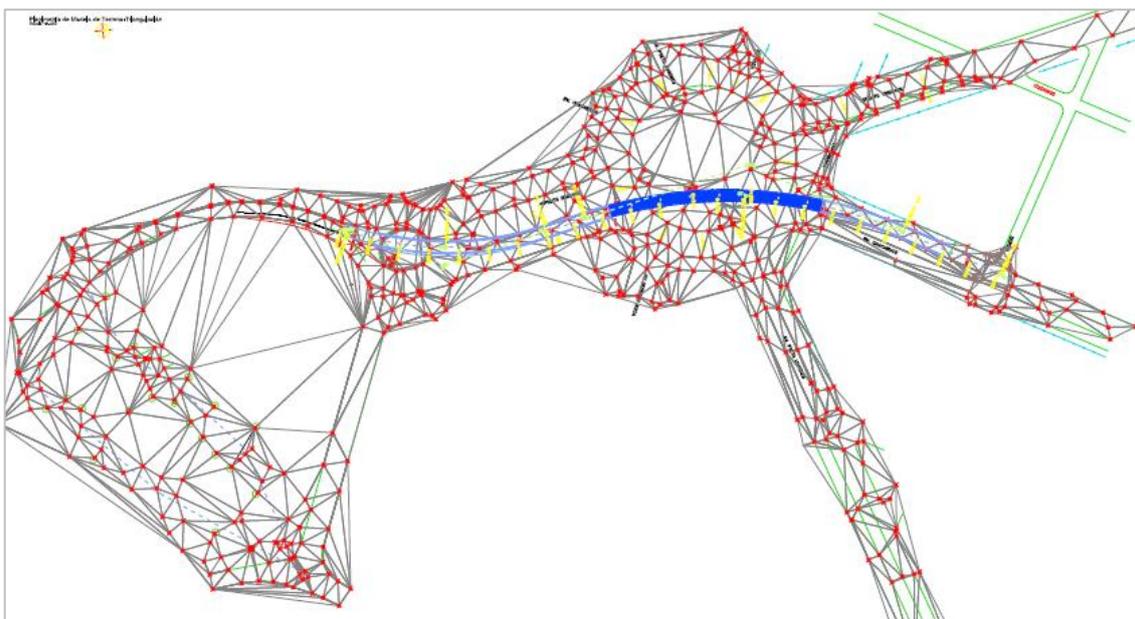


Figura 68: Triangulación Zona de Proyecto

5.2.3 MODELO DIGITAL DEL TERRENO

Como resultado del anterior manejo de datos y triangulación, surgió lo que se conoce como Modelo Digital de Terreno (MET), el cual incluye un Modelo Digital de Elevaciones (MDE) ya que se representó en este, tanto la topografía del lugar como las siluetas de elementos urbanos condicionantes del diseño, con sus respectivas cotas altimétricas.

Junto con esto, además de ser una herramienta determinante para el análisis de los posteriores diseños propios del proyecto, permiten conocer adecuadamente la zona de trabajo pudiendo apreciarse y preverse secuencias de trabajo.

A continuación se aprecian el MDE y MDT resultantes.

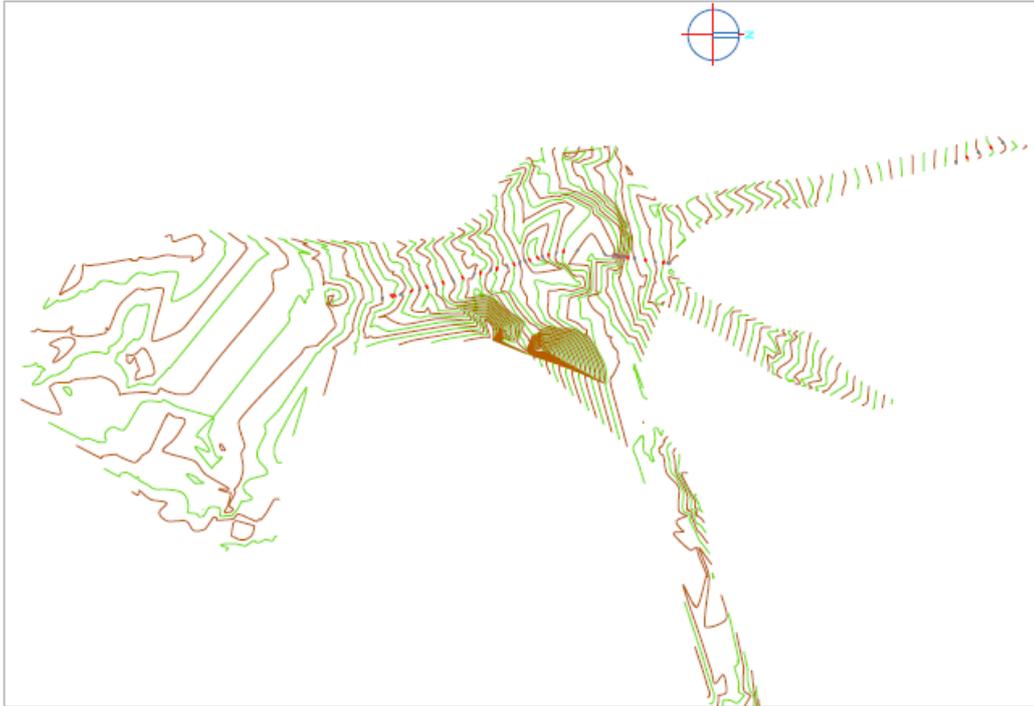


Figura 70: Modelo Digital de Elevaciones

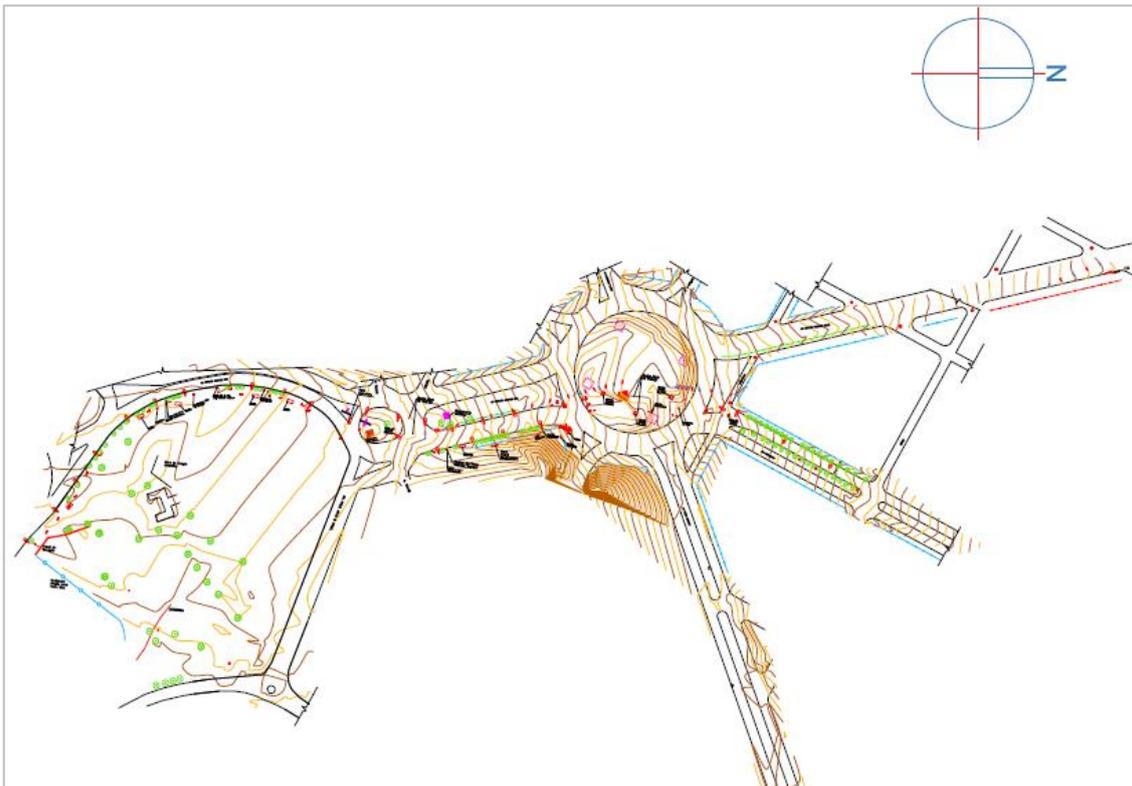


Figura 69: Modelo Digital del Terreno

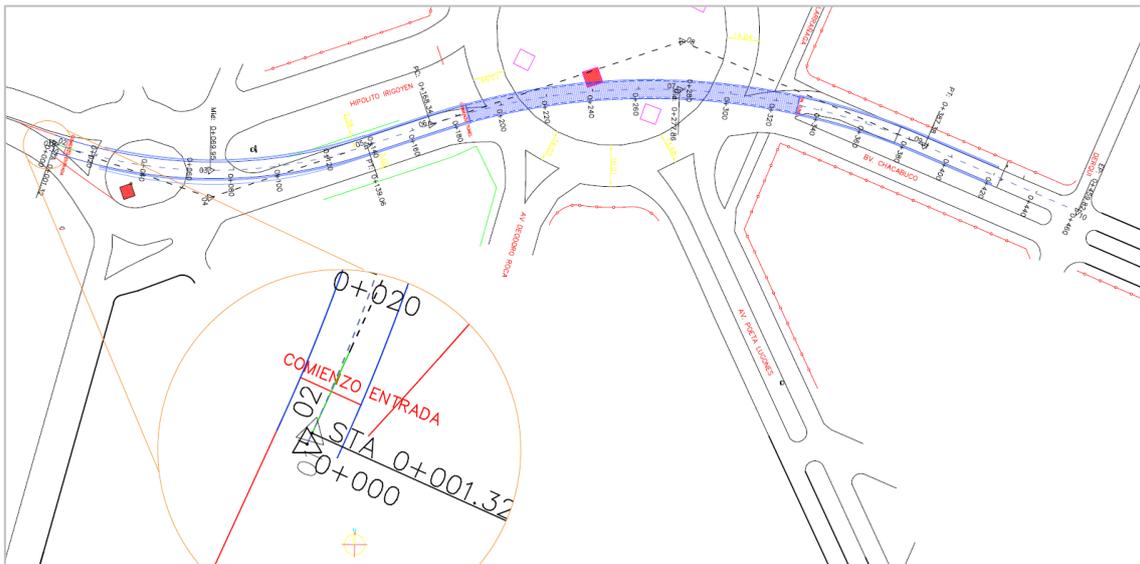


Figura 75: Replanteo. Diseño Geométrico

Tabla 3: Replanteo Puntos Característicos

REPLANTEO DE PUNTOS CARACTERÍSTICOS

PUNTO N°	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS sist. local (m)		PROGRESIVA
		X	Y	
01	Inicio Trazo	1046.3194	711.6441	0+000.00
02	Tangente-Curva	1046.8589	712.8417	0+001.32
03	Mitad Curva	1064.6290	778.8139	0+069.95
04	Vértice Curva 1	1076.4801	777.6275	0+069 aprox
05	Curva-Tangente	1060.1700	847.4732	0+139.06
06	Tangente-Curva	1053.5127	875.9809	0+168.34
07	Mitad Curva	1048.3945	984.7859	0+277.86
08	Vértice Curva 2	1027.4385	987.6367	0+277 aprox
09	Curva-Tangente	1082.4813	1088.2200	0+387.38
10	Fin Trazo	1117.2612	1151.7756	0+459.82

Tabla 4: Detalle Traza Horizontal

DETALLE TRAZA HORIZONTAL

ELEMENTO	P.INI	P.FIN	ORIENTACIÓN INI.	ORIENTACIÓN FIN	INICIO	FIN	LONGITUD	RADIO	FLECHA DEL ARCO	TANGENTE	SECANTE	ÁNGULO
LÍNEA	01	02	N24° 34' 12" E	N24° 34' 12" E	0+000.00	0+001.32	1.32					
CURVA 1	02	05	N24° 34' 12" E	N13° 08' 40" W	0+001.32	0+139.06	137.88	210.00	9.66	61.48	10.21	142.2855
LÍNEA	05	06	N13° 08' 40" W	N13° 08' 40" W	0+139.06	0+168.34	29.28					
CURVA 2	06	09	N13° 08' 40" W	N28° 41' 21" E	0+168.34	0+387.38	219.04	300.00	19.77	114.66	21.16	138.1664
LÍNEA	09	10	N28° 41' 21" E	N28° 41' 21" E	0+387.38	0+459.82	72.45					

5.2.6 CONCLUSIONES

Más allá de no resultar en esta labor una ardua tarea de cálculos, la representación correcta en el plano de los datos relevados es muy importante a modo de que sean correctamente interpretados por quienes vayan a realizar una lectura de los mismos en el futuro a la hora de ejecutar la obra.

Se debe destacar que el excelente resultado de esta parte del trabajo resultó de una adecuada tarea de campo, anotaciones claras en los croquis generados al momento de dicha tarea y de un constante apoyo en las herramientas digitales disponibles.

CAPÍTULO VI



Conclusiones y Recomendaciones

CAPITULO VI: Recomendaciones y Conclusiones

6.1 RECOMENDACIONES

Ante la incapacidad de materializar algunos puntos fijos de acuerdo a su ubicación ya que al tratarse de una zona urbana hay zonas en las que, ante la complicación por clavar una estaca o materializar un mojón de hormigón, se decide utilizar pintura para generar dichos puntos, se recomienda para evitar la pérdida de los mismo, repasar con pintura por encima de estos cada cierto tiempo para evitar que con el paso del tiempo y las condiciones climáticas, se borren.

6.2 CONCLUSIONES

A modo de conclusión de la realización de esta Práctica Supervisada, a la cual me dio la posibilidad de realizarla mi pertenencia a esta casa de estudio, es mencionar que sin duda me sirvió en mi formación como profesional. Considero muy enriquecedora esta experiencia vivida en el desarrollo ya que, al pertenecer a un grupo de trabajo compuesto por colegas asignados a distintas áreas, me permitió apreciar la forma de comunicación y asistencia entre unos y otros, compartiendo ideas y tomando decisiones. Al mismo tiempo, me ayudó a hacer contacto con quienes en mi cursado de la carrera había tenido un contacto limitado o no había tratado, permitiéndome conocer una calidad humana importante dentro del grupo de trabajo en cuestión y a quienes estoy muy agradecido.

Además, me permitió adquirir experiencia laboral no solo por la actividad en sí, sino que al tratarse de un proyecto tan importante como lo considero, es una mención importante que queda en mi currículum dándole un grado de importancia considerable.

A su vez, académicamente, me permitió reconocer en momentos determinados donde me resultó necesario, donde hacer apoyo en conceptos a repasar o refrescar optimizando tiempos y poder relacionar temas tratados en el cursado cuando son llevados a cabo en obra.

Por último, concluir en que es sumamente importante aprender a convivir entre profesionales interdisciplinarios a la hora de llevar a cabo un importante proyecto como lo fue el tratado.

CAPITULO VII: Bibliografía.

7.1 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y PÁGINAS WEB.

- **Ing. William Abreu L. (2011).** *Apuntes de Topografía.* Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño.
- **Alcantara Portal, Victor Franz.** *Manejo y Dominio de Estación Total.* Segunda Edición.
- **Catedra Topografía I y II (2010).** *Instructivo Teórico Practico.* Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- **Catedra Transporte II. Anexo a Manual de Diseño Geométrico Vial. Tomo I (2014).** *Topografía Vial.*
- **Casanova M. Leandro.** *SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (G.P.S.).*
- **Falco Martin (2012).** *Sistemas de Información Geográfica (SIG) al servicio de la toma de decisiones en la planificación y gestión del territorio. Aplicación a la Infraestructura de la Provincia de Córdoba.* Informe Practica Supervisada. FCEFyN.
- **Sistemas de Referencias.**
<http://ign.gob.ar/nuestrasactividades/geodesia/posgar07>
- **Concepto de Topografía y Geodesia.**
<http://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/Geodesia/Introduccion>
- **Información General Sobre el Proyecto.**
<http://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/plaza-espana-proyectan-un-solo-tunel-e-incluire-un-museo-subterraneo>
<http://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/las-claves-para-entender-el-nudo-vial-de-plaza-espana>
http://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/nudo-que-quieren-para-%EF%BF%BDdesatar-la-%EF%BF%BDplaza-espana?cx_level=temas_lvi
<http://www.cadena3.com/contenido/2016/12/22/Proyectan-un-solo-tunel-en-la-Plaza-Espana-de-Cordoba-174880.asp>
- **Planos del Proyecto.** Fuente de elaboración propia y en conjunto con grupo de trabajo Catedra de Diseño Vial Urbano. Maestría en Ciencias de la Ingeniería. Mención en Transporte. Proyecto Ejecutivo Plaza España.

ANEXO

Los planos se anexarán en el orden a continuación dispuestos.

- A1 Plano Ubicación Puntos Fijos y Poligonal de Base. “PPE-Planimetría-PF”**
- A2 Plano de Abalizado Puntos Fijos. “PPE-PF-Abalizado”**
- A3 Plano Situación Actual – MDT, zona Parque Sarmiento. “PPE-Planialtimetria-Situación Actual 01”**
- A4 Plano Situación Actual – MDT, zona Plaza España. “PPE-Planialtimetria-Situación Actual 02”**
- A5 Plano Situación Actual con Proyecto, zona Parque Sarmiento. “PPE-Planialtimetria-SituaciónActual_Proyecto 01”**
- A6 Plano Situación Actual con Proyecto, zona Plaza España. “PPE-Planialtimetria-SituaciónActual_Proyecto 02”**
- A7 Plano Perfil Longitudinal Traza del Túnel Projectado. “PPE-Perfil Longitudinal-Traza Túnel”**
- A8 Plano Replanteo del Proyecto. “PPE-Planimetría-Replanteo”**

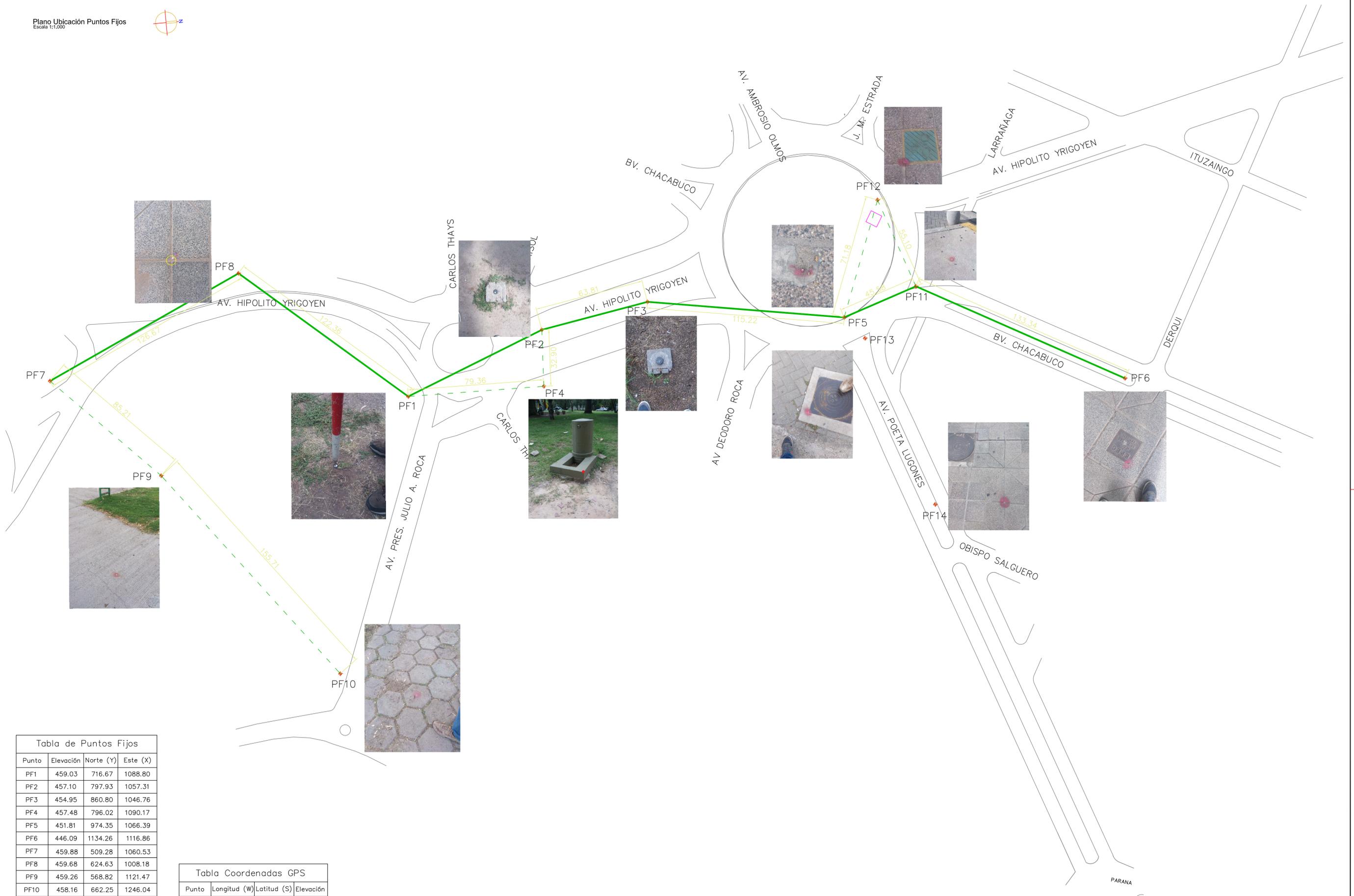


Tabla de Puntos Fijos

Punto	Elevación	Norte (Y)	Este (X)
PF1	459.03	716.67	1088.80
PF2	457.10	797.93	1057.31
PF3	454.95	860.80	1046.76
PF4	457.48	796.02	1090.17
PF5	451.81	974.35	1066.39
PF6	446.09	1134.26	1116.86
PF7	459.88	509.28	1060.53
PF8	459.68	624.63	1008.18
PF9	459.26	568.82	1121.47
PF10	458.16	662.25	1246.04
PF11	450.39	1017.65	1052.22
PF12	450.44	1000.03	1000.02
PF13	451.59	985.32	1079.63
PF14	457.75	753.22	1048.60

Tabla Coordenadas GPS

Punto	Longitud (W)	Latitud (S)	Elevación
PF2	064°11,050'	31°25,797'	457.10
PF5	064°13,013'	31°21,392'	451.81
PF8	064°11,064'	31°25,895'	459.68
PF9	064°10,988'	31°25,913'	459.26



Versión 1		TUNEL PLAZA ESPAÑA - Pcia. de Córdoba XXX Córdoba Capital ()	TOTAL LAMINAS 01
PROYECTO		PLANO UBICACION PUNTOS FIJOS PLANIMETRIA	LAMINA Nº
DIBUJO		ESCALA H. = 1:1.000 ESCALA V. = 1:100	01
REVISO			
FECHA:	Febrero 2017		

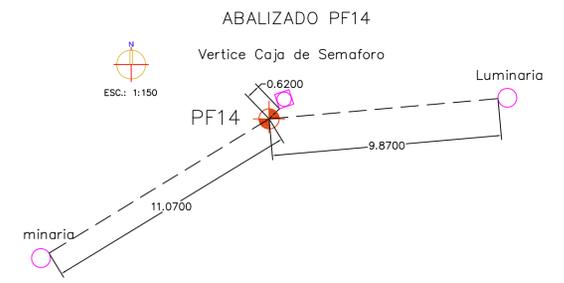
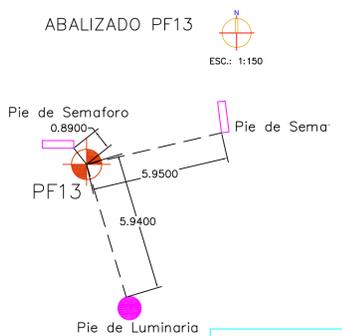
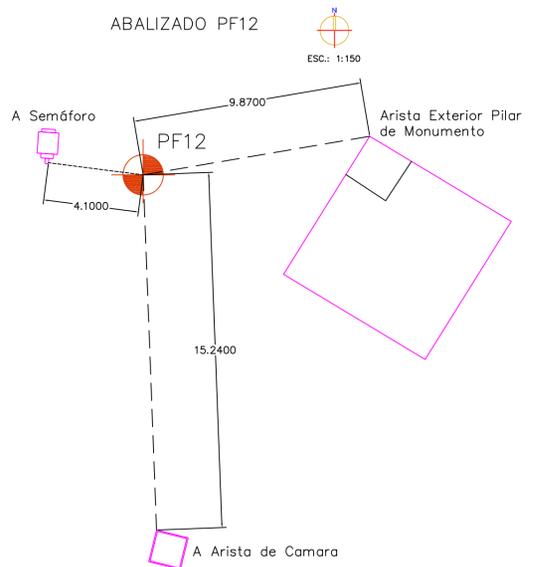
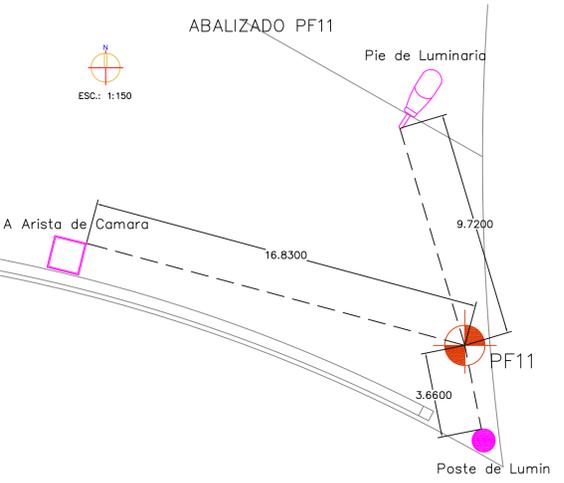
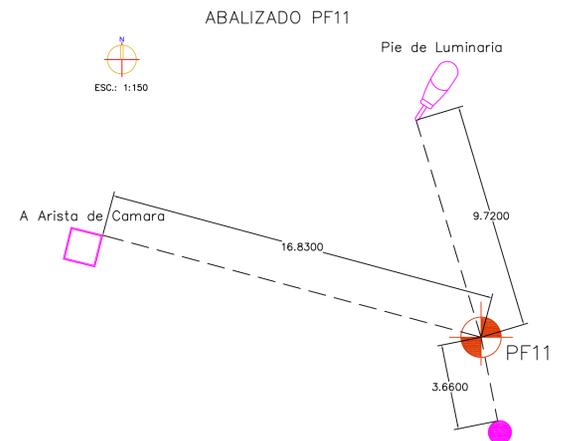
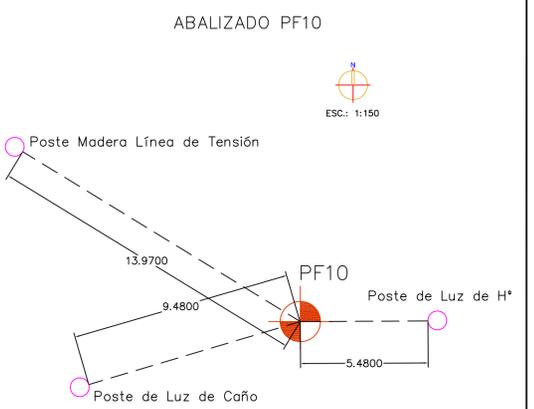
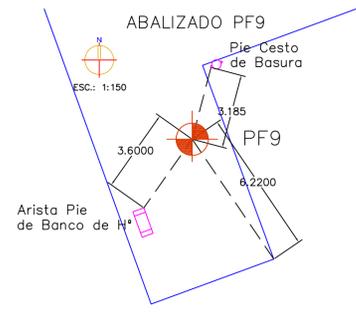
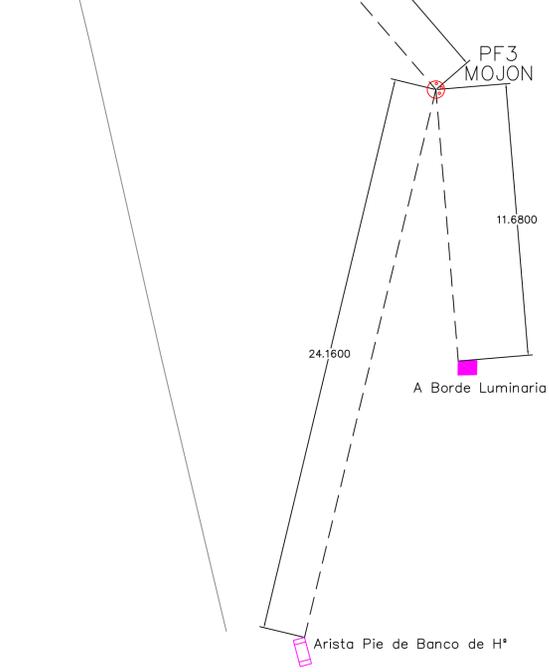
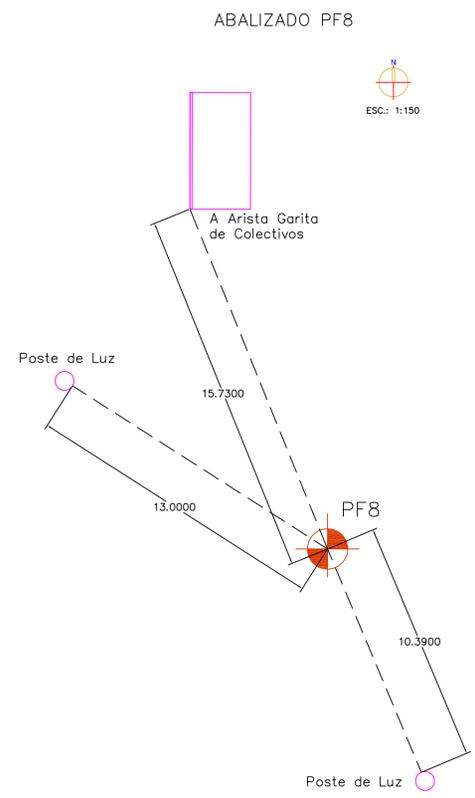
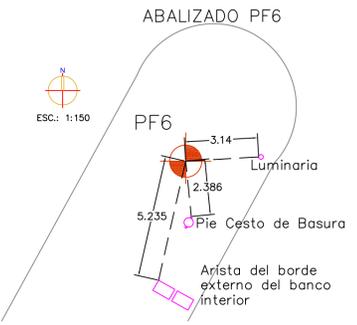
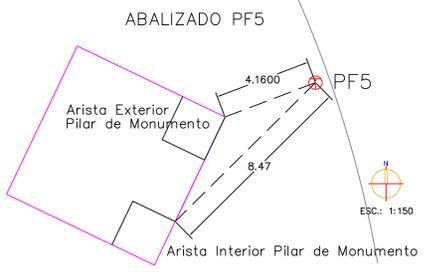
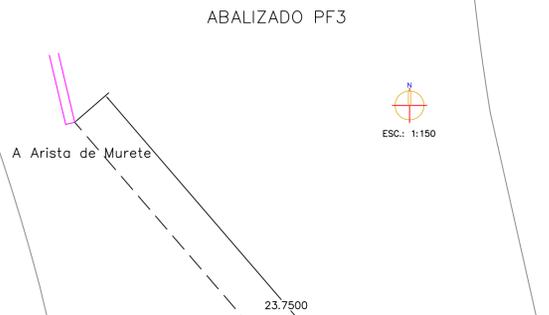
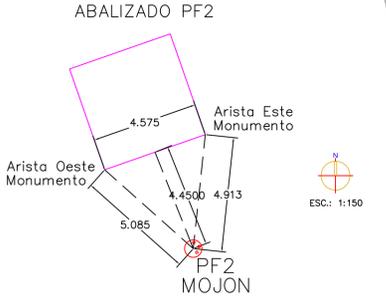
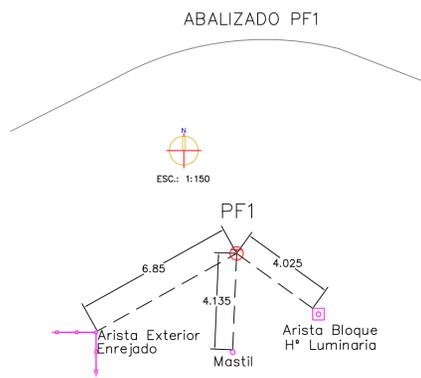


Tabla de Puntos Fijos

Punto	Elevación	Norte (Y)	Este (X)
PF1	459.03	716.67	1088.80
PF2	457.10	797.93	1057.31
PF3	454.95	860.80	1046.76
PF4	457.48	796.02	1090.17
PF5	451.81	974.35	1066.39
PF6	446.09	1134.26	1116.86
PF7	459.88	509.28	1060.53
PF8	459.68	624.63	1008.18
PF9	459.26	568.82	1121.47
PF10	458.16	662.25	1246.04
PF11	450.39	1017.65	1052.22
PF12	450.44	1000.03	1000.02
PF13	451.59	985.32	1079.63
PF14	457.75	753.22	1048.60

Tabla Coordenadas GPS

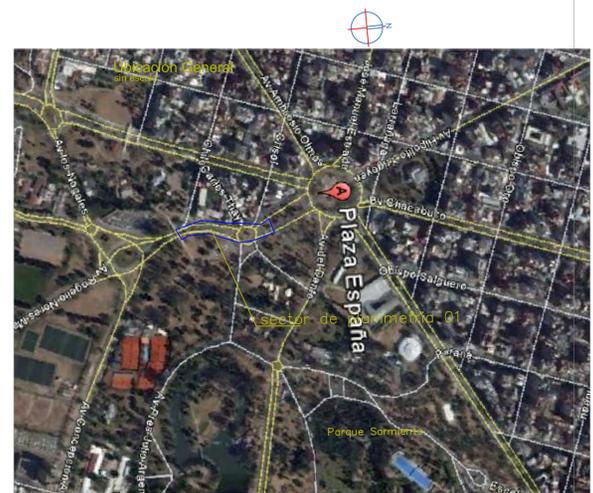
Punto	Longitud (W)	Latitud (S)	Elevación
PF2	064°11,050'	31°25,797'	457.10
PF5	064°13,013'	31°21,392'	451.81
PF8	064°11,064'	31°25,895'	459.68
PF9	064°10,988'	31°25,913'	459.26



Versión 1		TUNEL PLAZA ESPAÑA - Pcia. de Córdoba XXX Córdoba Capital ()	TOTAL LAMINAS 01
PROYECTO		PLANO UBICACION PUNTOS FIJOS ABALIZAMIENTO	LAMINA Nº
DIBUJO		ESCALA H. = 1:1.000 ESCALA V. = 1:100	01
REVISO			
FECHA:	Febrero 2017		



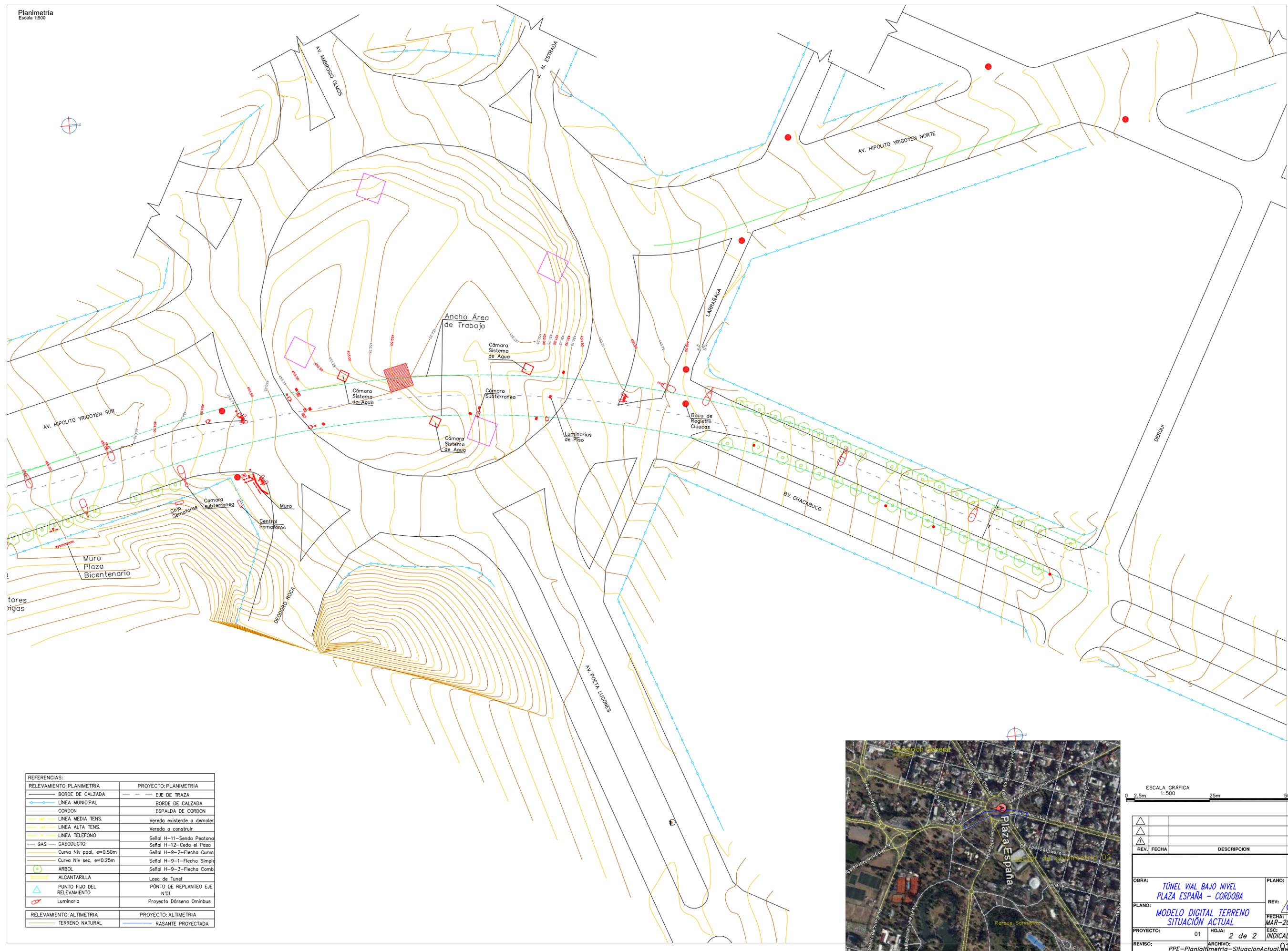
REFERENCIAS:	
RELEVAMIENTO: PLANIMETRÍA	PROYECTO: PLANIMETRÍA



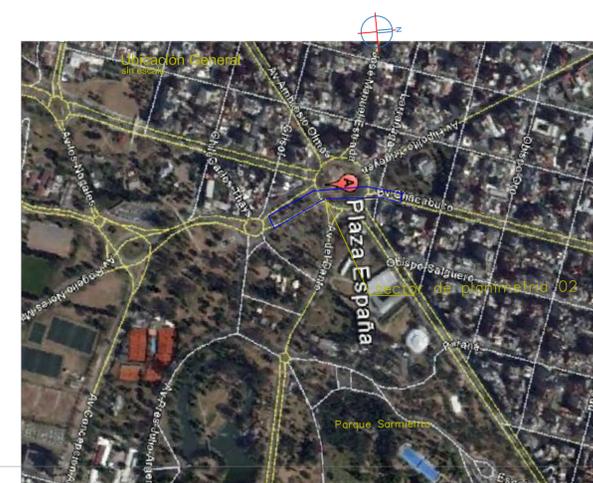
REV.	FECHA	DESCRIPCION

OBRA:	TÚNEL VIAL BAJO NIVEL PLAZA ESPAÑA - CORDOBA	PLANO:	
PLANO:	MODELO DIGITAL TERRENO SITUACION ACTUAL	REV:	0
PROYECTO:	01	FECHA:	MAR-2017
REVISÓ:		ESQ:	INDICADAS
		HOJA:	1 de 2
		ARCHIVO:	PPE-Planimetría-SituacionActual.dwg





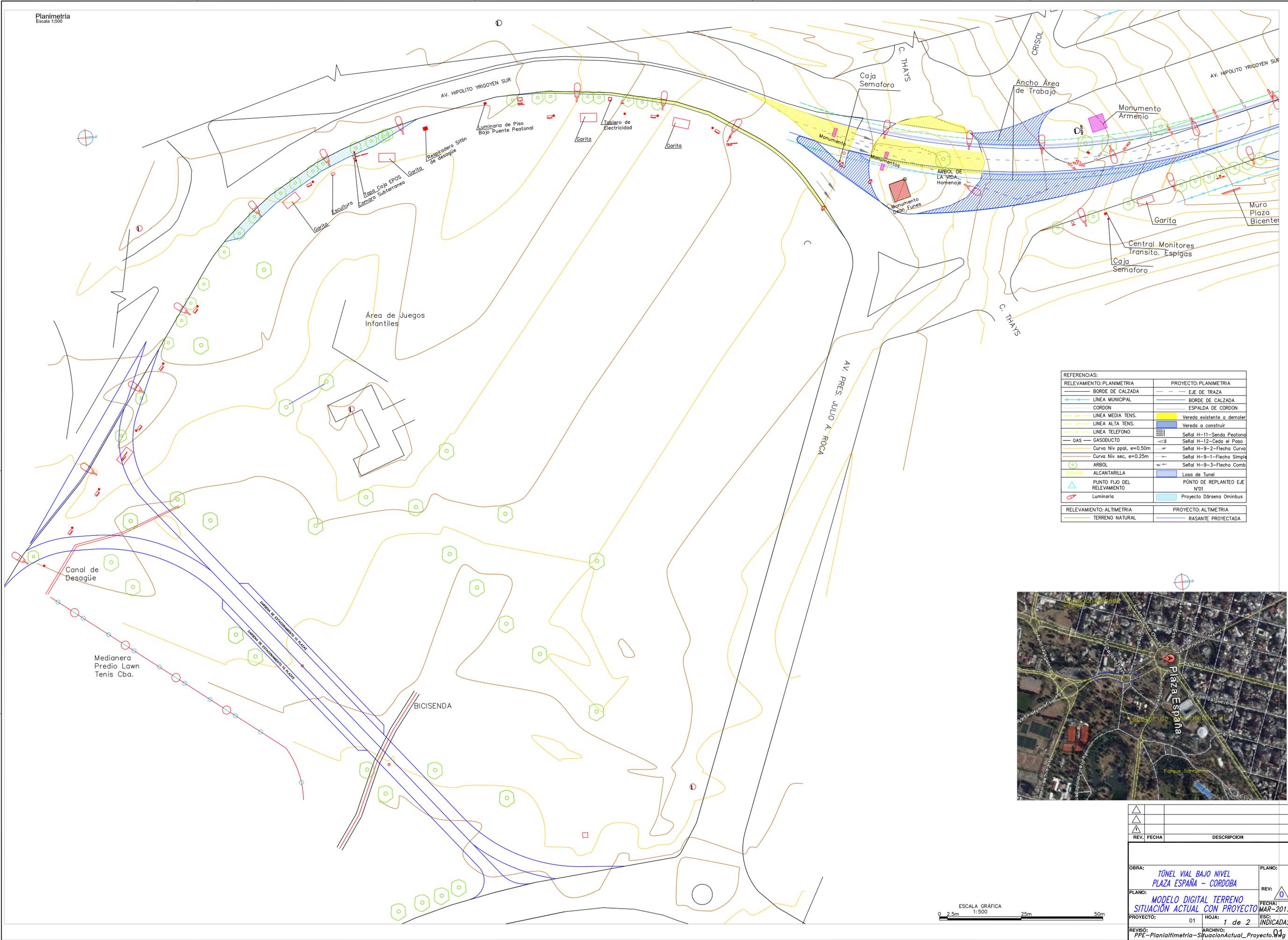
REFERENCIAS:	
RELEVAMIENTO: PLANIMETRÍA	PROYECTO: PLANIMETRÍA
— BORDE DE CALZADA	— EJE DE TRAZA
— LINEA MUNICIPAL	— BORDE DE CALZADA
— CORDON	— ESPALDA DE CORDON
— LINEA MEDIA TENS.	Vereda existente a demoler
— LINEA ALTA TENS.	Vereda a construir
— LINEA TELEFONO	Señal H-11-Senda Peatonal
— GAS	Señal H-12-Ceda el Paso
— Curva Niv ppal, e=0,50m	Señal H-9-2-Flecha Curva
— Curva Niv sec, e=0,25m	Señal H-9-1-Flecha Simple
— ARBOL	Señal H-9-3-Flecha Comb
— ALCANTARILLA	Loso de Tunnel
— PUNTO FIJO DEL RELEVAMIENTO	PUNTO DE REPLANTEO EJE
— Luminaria	Proyecto Dársena Omnibus
RELEVAMIENTO: ALTIMETRÍA	PROYECTO: ALTIMETRÍA
— TERRENO NATURAL	— RASANTE PROYECTADA



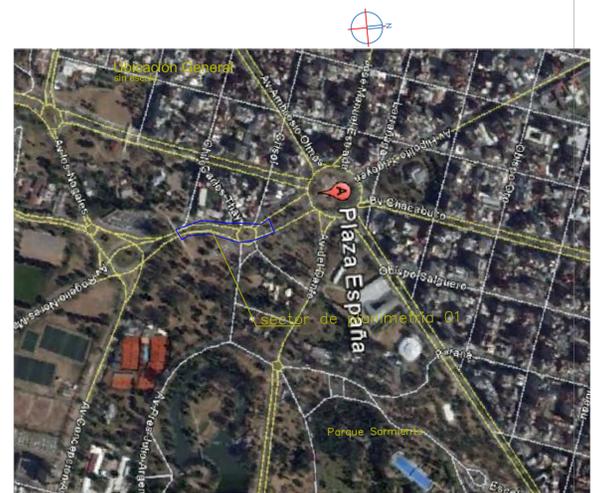
ESCALA GRÁFICA
1:500
0 2,5m 25m 50m

REV.	FECHA	DESCRIPCION

OBRA:	TÚNEL VIAL BAJO NIVEL PLAZA ESPAÑA - CORDOBA	PLANO:	
PLANO:	MODELO DIGITAL TERRENO SITUACIÓN ACTUAL	REV:	0
PROYECTO:	01	HOJA:	2 de 2
REVISÓ:		ARCHIVO:	PPE-Planimetría-SituaciónActual.dwg
		FECHA:	MAR-2017
		ESC:	INDICADAS



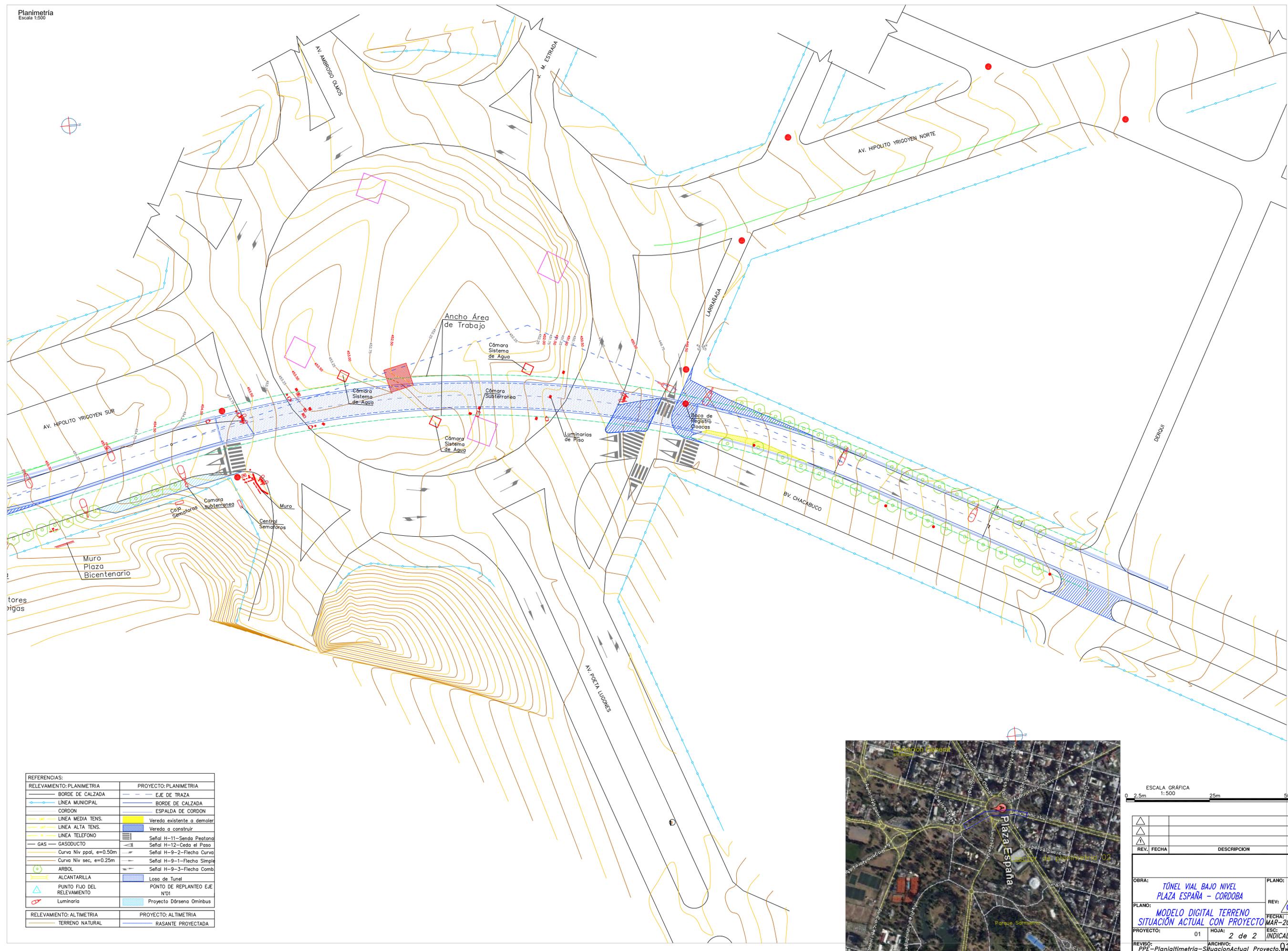
REFERENCIAS:	
RELEVAMIENTO: PLANIMETRÍA	PROYECTO: PLANIMETRÍA
— BORDE DE CALZADA	— EJE DE TRAZA
— LINEA MUNICIPAL	— BORDE DE CALZADA
— CORDON	— ESPALDA DE CORDON
— LINEA MEDIA TENS.	— Vereda existente a demoler
— LINEA ALTA TENS.	— Vereda a construir
— LINEA TELEFONO	— Señal H-11—Senda Peatonal
— GAS	— Señal H-12—Ceda el Paso
— Curva Niv ppol, e=0.50m	— Señal H-9-2—Flecha Curva
— Curva Niv sec, e=0.25m	— Señal H-9-1—Flecha Simple
— ARBOL	— Señal H-9-3—Flecha Comb
— ALCANTARILLA	— Losa de Tunnel
— PUNTO FIJO DEL RELEVAMIENTO	— PUNTO DE REPLANTEO EJE N°01
— Luminaria	— Proyecto Dársena Omnibus
RELEVAMIENTO: ALTIMETRÍA	PROYECTO: ALTIMETRÍA
— TERRENO NATURAL	— RASANTE PROYECTADA



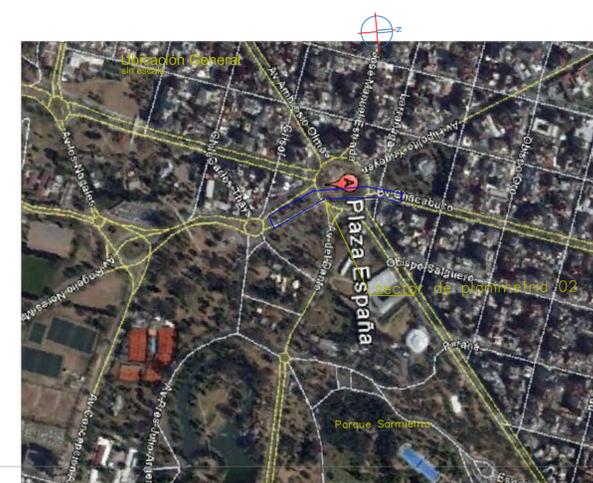
REV.	FECHA	DESCRIPCION

OBRA:	TÚNEL VIAL BAJO NIVEL PLAZA ESPAÑA - CORDOBA	PLANO:	
PLANO:	MODELO DIGITAL TERRENO SITUACIÓN ACTUAL CON PROYECTO	REV:	0
PROYECTO:	01	FECHA:	MAR-2017
REVISÓ:		ESC:	INDICADAS
		HOJA:	1 de 2
		ARCHIVO:	PPE-Planimetría-SituaciónActual_Proyecto.dwg





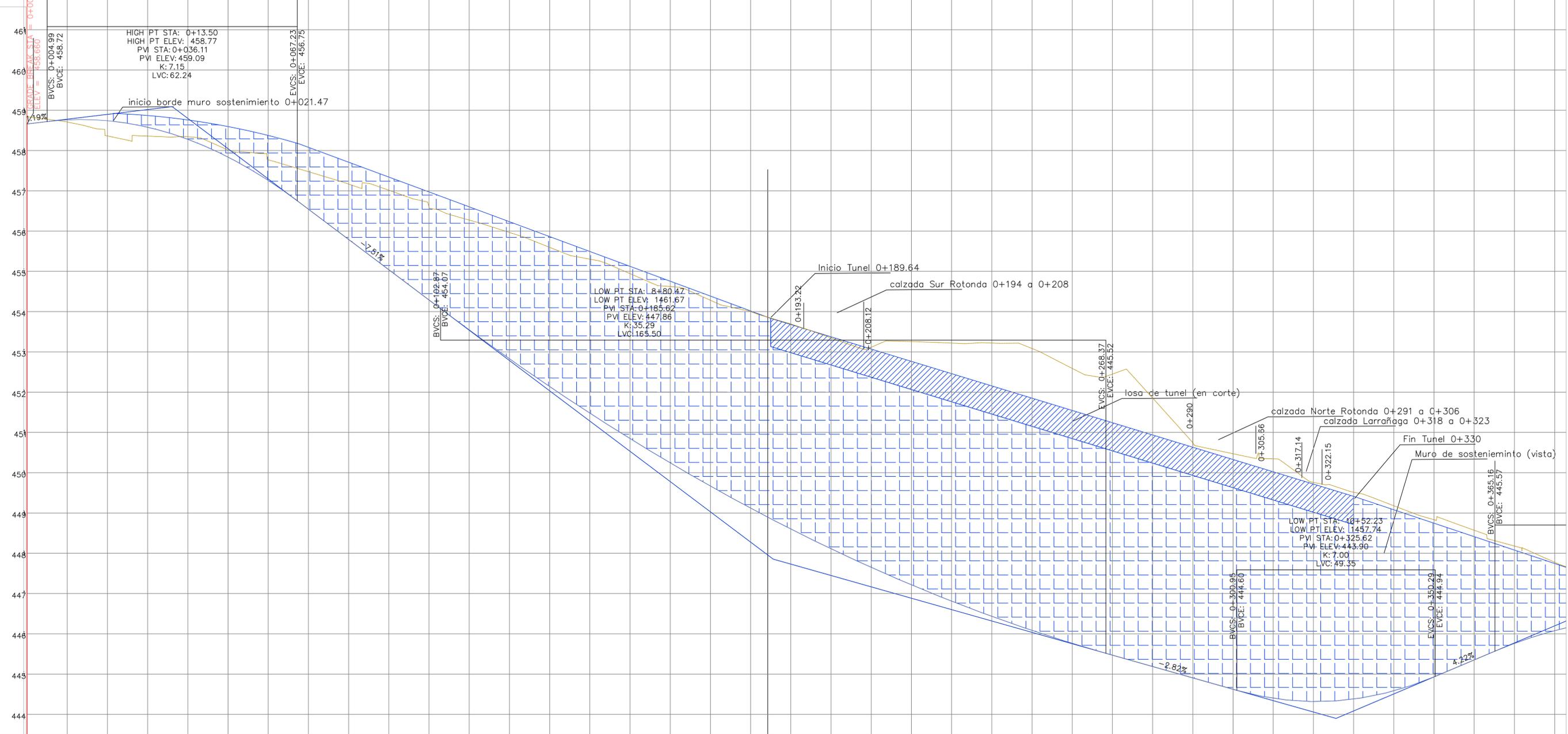
REFERENCIAS:	
RELEVAMIENTO: PLANIMETRIA	PROYECTO: PLANIMETRIA
BORDE DE CALZADA	EJE DE TRAZA
LÍNEA MUNICIPAL	BORDE DE CALZADA
CORDON	ESPALDA DE CORDON
LÍNEA MEDIA TENS.	Vereda existente a demoler
LÍNEA ALTA TENS.	Vereda a construir
LÍNEA TELEFONO	Señal H-11-Senda Peatonal
GAS GASODUCTO	Señal H-12-Ceda el Paso
Curva Niv ppal, e=0,50m	Señal H-9-2-Flecha Curva
Curva Niv sec, e=0,25m	Señal H-9-1-Flecha Simple
ARBOL	Señal H-9-3-Flecha Comb
ALCANTARILLA	Loso de Tunel
PUNTO FIJO DEL RELEVAMIENTO	PUNTO DE REPLANTEO EJE 'N'01
Luminaria	Proyecto Dársena Omnibus
RELEVAMIENTO: ALTIMETRIA	PROYECTO: ALTIMETRIA
TERRENO NATURAL	RASANTE PROYECTADA



ESCALA GRÁFICA
1:500
0 2,5m 25m 50m

REV.	FECHA	DESCRIPCION

OBRA:	TÚNEL VIAL BAJO NIVEL PLAZA ESPAÑA - CORDOBA	PLANO:	
PROYECTO:	MODELO DIGITAL TERRENO SITUACIÓN ACTUAL CON PROYECTO	FECHA:	MAR-2017
REVISÓ:	01	HOJA:	2 de 2
ARCHIVO:	PPE-Planialtimetria-SituacionActual_Proyecto.dwg	ESCALA:	INDICADAS



PROG.	EXIST. PROV.	PROY.
0+000	458.83	458.660
0+010	458.71	458.762
0+020	458.36	458.741
0+030	458.36	458.580
0+040	458.34	458.279
0+050	458.01	457.839
0+060	457.77	457.258
0+070	457.47	456.543
0+080	457.17	455.792
0+090	457.01	455.040
0+100	456.59	454.289
0+110	456.27	453.545
0+120	455.97	452.828
0+130	455.60	452.139
0+140	455.30	451.478
0+150	454.94	450.846
0+160	454.62	450.243
0+170	454.28	449.667
0+180	454.00	449.120
0+190	453.69	448.601
0+200	453.35	448.111
0+210	453.12	447.649
0+220	452.26	447.215
0+230	453.22	446.810
0+240	453.22	446.433
0+250	453.08	446.084
0+260	452.59	445.764
0+270	452.45	445.471
0+280	451.86	445.189
0+290	450.74	444.906
0+300	450.47	444.624
0+310	450.35	444.400
0+320	449.76	444.318
0+330	449.52	444.379
0+340	449.18	444.583
0+350	448.83	444.930
0+360	448.57	445.353
0+370	448.18	445.762
0+380	447.78	446.080



PROG.	EXIST. PROV.	PROY.
0+360	445.353	445.57
0+370	448.18	445.762
0+380	447.78	446.080
0+390	447.41	446.290
0+400	447.06	446.393
0+410	446.74	446.393
0+420	446.40	446.277
0+430	446.06	446.059
0+440	445.77	445.742
0+450	445.41	445.405
0+459.82		

REFERENCIAS:	
RELEVAMIENTO: PLANIMETRIA	PROYECTO: PLANIMETRIA
— BORDE DE CALZADA	— EJE DE TRAZA
— LINEA MUNICIPAL	— BORDE DE CALZADA
— CORDON	— ESPALDA DE CORDON
— LINEA MEDIA TENS.	Vereda existente a demoler
— LINEA ALTA TENS.	Vereda a construir
— LINEA TELEFONO	Señal H-11-Senda Peatonal
— GAS	Señal H-12-Ceda el Paso
— Curva Niv ppol, e=0.50m	Señal H-9-2-Flecha Curva
— Curva Niv sec, e=0.25m	Señal H-9-1-Flecha Simple
— ARBOL	Señal H-9-3-Flecha Comb
— ALCANTARILLA	Losa de Tunel
— PUNTO FLO DEL RELEVAMIENTO	PUNTO DE REPLANTEO EJE N°01
— Luminaria	Proyecto Dársena Omnibus
RELEVAMIENTO: ALTIMETRIA	PROYECTO: ALTIMETRIA
— TERRENO NATURAL	— RASANTE PROYECTADA



REV.	FECHA	DESCRIPCION

OBRA: **TUNEL VIAL BAJO NIVEL PLAZA ESPAÑA - CORDOBA**

PLANO: **MODELO DIGITAL TERRENO Perfil Longitudinal Trazo Túnel**

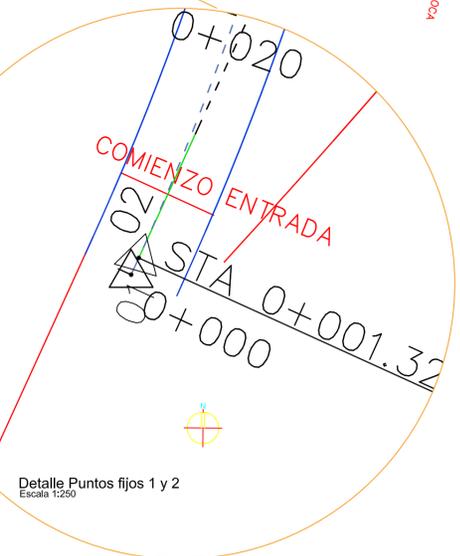
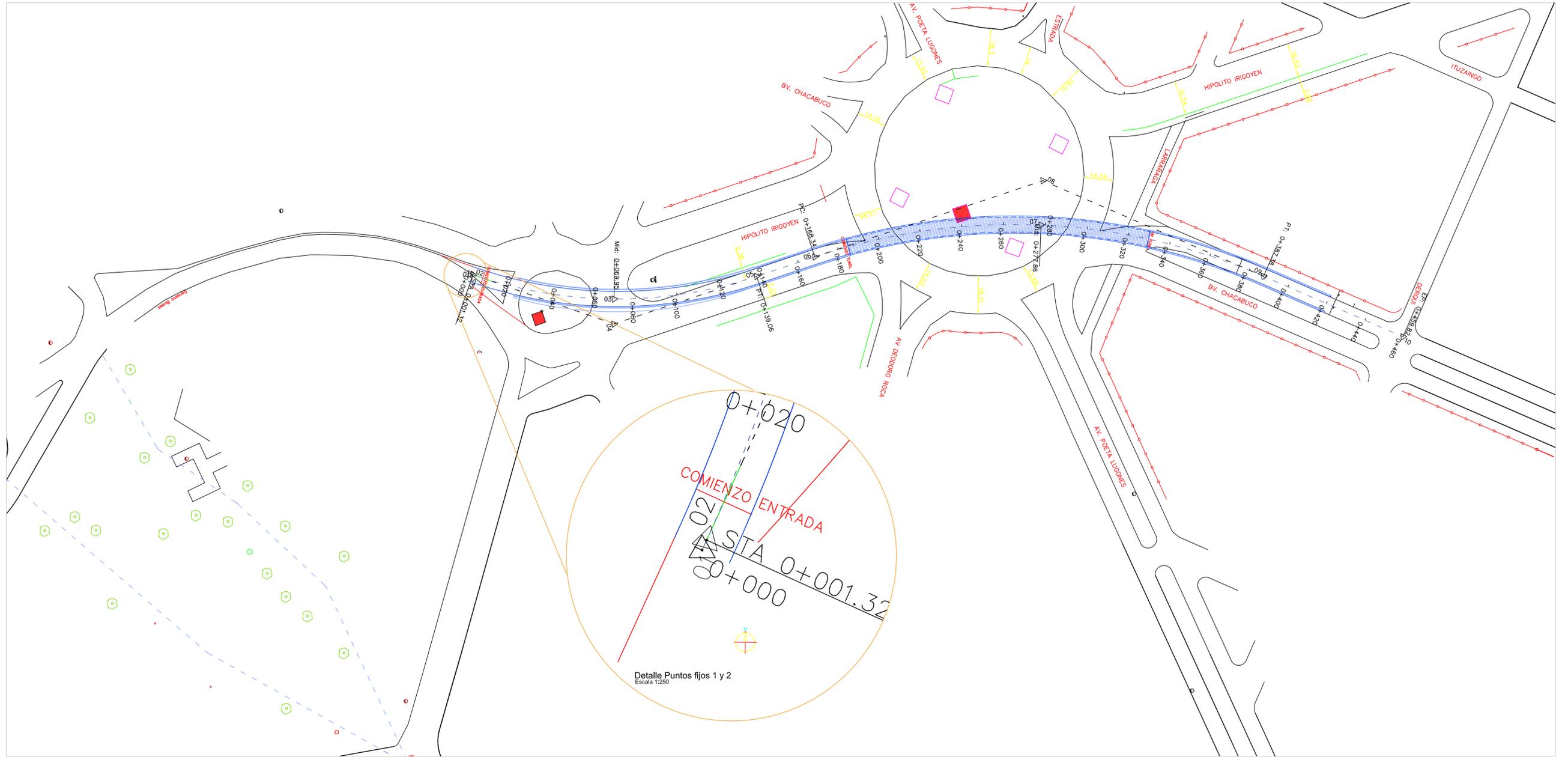
PROYECTO: 01 HOJA: -

REVISO: PPE-Planialtimetría-Perfil Longitudinal.dwg

FECHA: MAR-2017

ESCALA: INDICADAS

HOJA: 01



Detalle Puntos fijos 1 y 2
Escala 1:250

REPLANTEO DE PUNTOS CARACTERÍSTICOS

PUNTO N°	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS sist. local (m)		PROGRESIVA
		X	Y	
01	Inicio Traza	1046.3194	711.6441	0+000.00
02	Tangente-Curva	1046.8589	712.8417	0+001.32
03	Mitad Curva	1064.6290	778.8139	0+069.95
04	Vértice Curva 1	1076.4801	777.6275	0+069.95 aprox
05	Curva-Tangente	1060.1700	847.4732	0+139.06
06	Tangente-Curva	1053.5127	875.9809	0+168.34
07	Mitad Curva	1048.3945	984.7859	0+277.86
08	Vértice Curva 2	1027.4385	987.6367	0+277.86 aprox
09	Curva-Tangente	1082.4813	1088.2200	0+387.38
10	Fin Traza	1117.2612	1151.7756	0+459.82

DETALLE TRAZA HORIZONTAL

ELEMENTO	P.INI	P.FIN	ORIENTACIÓN INI.	ORIENTACIÓN FIN	INICIO	FIN	LONGITUD	RADIO	FLECHA DEL ARCO	TANGENTE	SECANTE	ÁNGULO
LÍNEA	01	02	N24° 34' 12"E	N24° 34' 12"E	0+000.00	0+001.32	1.32					
CURVA 1	02	05	N24° 34' 12"E	N13° 08' 40"W	0+001.32	0+139.06	137.88	210.00	9.66	61.48	10.21	142.2855
LÍNEA	05	06	N13° 08' 40"W	N13° 08' 40"W	0+139.06	0+168.34	29.28					
CURVA 2	06	09	N13° 08' 40"W	N28° 41' 21"E	0+168.34	0+387.38	219.04	300.00	19.77	114.66	21.16	138.1664
LÍNEA	09	10	N28° 41' 21"E	N28° 41' 21"E	0+387.38	0+459.82	72.45					

REFERENCIAS:	
RELEVAMIENTO: PLANIMETRÍA	PROYECTO: PLANIMETRÍA
— BORDE DE CALZADA	— EJE DE TRAZA
— LINEA MUNICIPAL	— BORDE DE CALZADA
— CORDON	— ESPALDA DE CORDON
— LINEA MEDIA TENS.	Vereda existente a demoler
— LINEA ALTA TENS.	Vereda a construir
— LINEA TELEFONO	Señal H-11-Senda Peatonal
— GAS — GASODUCTO	Señal H-12-Ceda el Paso
— Curva Niv ppol, e=0.50m	Señal H-9-2-Flecha Curva
— Curva Niv sec, e=0.25m	Señal H-9-1-Flecha Simple
— ARBOL	Señal H-9-3-Flecha Comb
— ALCANTARILLA	Loso de Tunel
— PUNTO FLUJO DEL RELEVAMIENTO	PUNTO DE REPLANTEO E.E. N°01
— Luminaria	Proyecto Dársena Omnibus
RELEVAMIENTO: ALTIMETRÍA	PROYECTO: ALTIMETRÍA
— TERRENO NATURAL	— RASANTE PROYECTADA



REV.	FECHA	DESCRIPCION
0		
1		

OBRA:	TÚNEL VIAL BAJO NIVEL PLAZA ESPAÑA - CORDOBA	PLANO:	
PROYECTO:	01	FECHA:	MAR-2017
REVISÓ:		ESCALA:	INDICADAS
		ARCHIVO:	PPE-Planimetría-Replanteo.dwg