

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS FÍSICAS Y NATURALES



PRÁCTICA SUPERVISADA

PAVIMENTACIÓN BARRIO LOS SAUCES

AUTOR: AGÜERO, ADRIAN ALEJANDRO

TUTOR INTERNO: MGTER. ING. DAPAS, OSCAR MILTON

TUTOR EXTERNO: MGTER. ING. TARTABINI, MAURO IVÁN

AÑO 2019

RESUMEN

En el siguiente informe, basado en las exigencias que impone la Cátedra Práctica Supervisada, en donde en este caso se enmarca el cumplimiento a través de la metodología de práctica no rentada, podremos encontrar las distintas actividades que se desarrollan dentro de la Dirección de Obras Viales de la Municipalidad de Córdoba, más precisamente tareas realizadas en el área del Laboratorio, trabajando en este tanto con suelos, hormigones y concreto asfáltico como también tareas realizadas en la división de Estudio y Proyecto.

En este trabajo se aborda la problemática y la necesidad de pavimentación y un estudio hidrológico del barrio Los Sauces, ubicado al sur-este de la provincia de Córdoba, para de esa forma lograr una significativa mejora en el drenaje superficial de aguas pluviales, mejorando el tránsito vehicular y peatonal.

También se realizó un análisis planialtimétrico ya que resulta necesario realizar una nivelación y perfilado de las calles de modo de orientar y conducir superficialmente los excedentes pluviales generados en el loteo hacia las obras hidráulicas de regulación que componen el sistema de drenaje.

Y por último se realiza un análisis de los materiales con los que se debería de realizar dicha obra y los correspondientes controles de calidad y ensayos que se deberían hacer sobre los mismos para cumplir lo requerido en las especificaciones técnicas del pliego licitatorio.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	- 9 -
1.1.	Entidad Receptora	- 9 -
1.2.	Objetivos de la Práctica Supervisada.....	- 11 -
1.3.	Modalidad de Trabajo	- 12 -
2.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	- 14 -
2.1.	Objetivo	- 15 -
2.2.	Características del Barrio Los Sauces.....	- 17 -
2.3.	Características de la Obra.....	- 18 -
2.4.	Perfiles, Bocacalle y Cordón Cuneta Tipo	- 18 -
2.5.	Trabajos a ejecutar	- 20 -
2.6.	Detalle de Calles a Pavimentar	- 21 -
3.	ANÁLISIS PLANIALTIMÉTRICO.....	- 24 -
3.1.	Introducción	- 24 -
3.2.	Proyecto de vialidad interna	- 25 -
3.3.	Ordenanza 8060/85.....	- 26 -
3.4.	Replanteo Altimétrico.	- 29 -
3.5.	Trazado De Perfil De Terreno	- 31 -
3.6.	Diseño de Rasante y drenaje	- 31 -
3.7.	Perfil tipo	- 34 -
3.8.	Correcciones	- 35 -
3.9.	Visita y Análisis del Barrio.....	- 39 -
3.10.	Conclusión	- 42 -
4.	ANÁLISIS HIDROLÓGICO	- 44 -
4.1.	Introducción	- 44 -
4.2.	Caracterización del drenaje urbano	- 45 -
4.3.	Delimitación y Subdivisión de las Áreas de Aporte	- 47 -
4.4.	Determinación de los parámetros Físicos	- 51 -
4.5.	Tormenta de Diseño	- 53 -
4.6.	Duración	- 54 -
4.7.	Periodo de Recurrencia	- 55 -
4.8.	Calculo de Caudales.....	- 55 -
4.9.	Verificación del Nivel de Inundabilidad.....	- 58 -
4.10.	Conclusión	- 64 -
5.	CONTROLES DE CALIDAD.....	- 66 -
5.1.	Introducción.	- 66 -
5.2.	Controles de Obra	- 67 -
5.3.	Descripción del Estado General del Barrio	- 70 -

5.4.	Paquete Estructural	- 71 -
5.5.	Subrasante.....	- 73 -
5.5.1.	Ensayos	- 73 -
5.5.2.	Consideraciones Constructivas.....	- 79 -
5.6.	Bases y Sub-Bases Granulares	- 80 -
5.6.1.	Sub-Base Granular	- 81 -
5.6.2.	Base Granular	- 82 -
5.6.3.	Ensayos	- 83 -
5.7.	Carpeta Asfáltica.....	- 88 -
5.7.1.	Entorno Granulométrico de la mezcla:.....	- 88 -
5.7.2.	Agregados	- 89 -
5.7.3.	Ensayos	- 90 -
5.8.	Control de Hormigones	- 99 -
5.9.	Conclusión	- 103 -
6.	CONCLUSIONES GENERALES.....	- 105 -
7.	BIBLIOGRAFÍA	- 107 -

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Organigrama de la Dirección de Obras Viales de la Municipalidad de Córdoba	- 10 -
Figura 2 – Reclamos vecinales respecto a inundaciones en el Barrio Los Sauces (Recorte Diario “La Voz”)	- 15 -
Figura 3 – Base de fotos “Los Sauces”	- 16 -
Figura 4 – Base de fotos “Los Sauces”	- 16 -
Figura 5 – Base de fotos “Los Sauces” (Municipalidad de Córdoba)	- 16 -
Figura 6 – Ubicación del barrio Los Sauces dentro de la Provincia de Córdoba (Elaboración Propia)	- 17 -
Figura 7 – Perfil Tipo Pavimento Flexible para Calles (Municipalidad de Córdoba)	- 18 -
Figura 8 – Perfil Tipo Pavimento Rígido para Calles (Municipalidad de Córdoba)	- 19 -
Figura 9 – Planimetría Tipo para Bocacalles (Municipalidad de Córdoba)	- 19 -
Figura 10 – Detalle Cordón Cuneta Tipo Unificado (Municipalidad de Córdoba)	- 19 -
Figura 11 – Planimetría del proyecto Los Sauces (Municipalidad de Córdoba)	- 22 -
Figura 12 – Planimetría General del Proyecto (Municipalidad de Córdoba)	- 25 -
Figura 13 – Perfil 8 Según Ordenanza 8060 (Municipalidad de Córdoba)	- 27 -
Figura 14 – Perfil 8 Según Ordenanza 8060 (Municipalidad de Córdoba)	- 28 -
Figura 15 – Medición de desnivel entre dos puntos	- 29 -
Figura 16 – Ejes de un Altimetro (Municipalidad de Córdoba)	- 30 -
Figura 17 – Perfil Longitudinal Calle Los Molles	- 31 -
Figura 18 – Perfil rasante Calle Los Algarrobos entre Los Espinillos y Los Caldenes (Elaboración Propia)	- 33 -
Figura 19 – Detalle de Dist. Mínimas verticales a cumplir según pendientes y perfil transversal	- 33 -
Figura 20 – Calle Los Molles esq. Los Espinillos (elab. propia)	- 39 -
Figura 21 – Calle Los Molles esq. Los Espinillos	- 39 -
Figura 22 – Calle Los Molles esquina Los Paraísos (Elaboración Propia)	- 40 -
Figura 23 – Calle Los Molles (Elaboración Propia)	- 40 -
Figura 24 – Calle Los Molles esquina Los Paraísos (Elaboración Propia)	- 40 -
Figura 25 – Los Guayacanes esquina Virasoro (Elaboración propia)	- 41 -
Figura 26 – Calle Los Molles. Barrio los Sauces posterior a lluvias (Elaboración Propia)	- 41 -
Figura 27 – Macrodrenaje y Microdrenaje (Estrategias de Diseño Bioambiental)	- 45 -
Figura 28 – Modificación de Hidrograma por Urbanización	- 46 -
Figura 29 – Barrio Los Sauces – Curvas de Nivel y Sentido de Escurrimiento general (Elaboración Propia)	- 48 -
Figura 30 – Barrio Los Sauces – Curvas de Nivel y Sentido de Escurrimiento de Calles (Elaboración Propia)	- 48 -
Figura 31 – Barrio Los Sauces – Cuencas principales y Calles Divisorias (Elaboración Propia)	- 49 -
Figura 32 – Cartas IGM y delimitación de cuenca general ampliada (Elaboración Propia)	- 50 -
Figura 33 – Cuencas de Aporte para Estudio de Proyecto (Elaboración propia)	- 51 -
Figura 34 – Método de Bisección	- 51 -
Figura 35 – Curvas IDF Ciudad de Córdoba (Municipalidad de Córdoba)	- 53 -
Figura 36 – Niveles de Inundabilidad	- 58 -
Figura 37 – Puntos de control a la salida de cada cuenca (Elaboración propia)	- 59 -
Figura 38 – Programa Haestad FlowMaster – Geometría del canal (Elaboración propia)	- 61 -
Figura 39 – Ingreso de datos en programa Haestad Flow Master (Elaboración propia)	- 61 -
Figura 40 – Tirante Normal para salidas en cuencas 4, 1, 2, y 3 para TR de 5 y 100 años (Elaboración propia)	- 63 -
Figura 41 – Tirante Normal para Calle Camino a Capilla de los Remedios para TR de 5 y 100 años	- 63 -
Figura 42 – Calle Los Guayacanes	- 70 -
Figura 43 – Calle Los Mistoles	- 70 -
Figura 44 – Calle Los Guayacanes (Relevamiento Topográfico – Municipalidad de Córdoba)	- 70 -
Figura 45 – Perfil Transversal con aplicación de Cargas Dinámicas	- 71 -
Figura 46 – Paquete estructural de Diseño (Pliego de Licitación)	- 72 -
Figura 47 – Dispositivo para la determinación del Limite Liquido (http://geotecnia-sor.blogspot.com)	- 74 -
Figura 48 – Ensayo de Limite Plástico	- 74 -
Figura 49 – Moldes Cilindricos y Pisones de Compactacion (Laboratorio)	- 75 -
Figura 50 – Relación entre humedad de Compactación y Peso unitario seco	- 75 -
Figura 51 – Detalle del Molde para ensayo de Compactación (VN-E5-93)	- 75 -
Figura 52- Molde Proctor con Suelo (Elab Propia)	- 76 -
Figura 53- Enrasado (Elab Propia)	- 76 -
Figura 54 - Accion de compactacion con el pison (Elab Propia)	- 76 -
Figura 55 - Tamices Utilizados en el Laboratorio	- 84 -

<i>Figura 56 - Recipiente para el lavado de la muestra</i>	- 84 -
<i>Figura 57 - Esquema lectura Nivel de Arena y Arcilla</i>	- 86 -
<i>Figura 58 - Foto ensayo Equivalente de Arena</i>	- 86 -
<i>Figura 59 - Esquema de Cribas Reductoras (VN - E16 – 67)</i>	- 87 -
<i>Figura 60 - Maquina de los Ángeles</i>	- 87 -
<i>Figura 61 - Toma de muestra de Camion Asfaltero en Obra de Bacheo</i>	- 92 -
<i>Figura 62 - Medicion de Temperatura en Bacheo</i>	- 92 -
<i>Figura 63 - Preparación de probetas para Ensayo Marshall</i>	- 92 -
<i>Figura 64 - Balanza de Precision y Baño de Agua Caliente (Elab Propia)</i>	- 93 -
<i>Figura 65 - Prensa de Ensayo (elaboración propia)</i>	- 93 -
<i>Figura 66 - Desmenuzado de muestra</i>	- 94 -
<i>Figura 67 - Cuarteador</i>	- 94 -
<i>Figura 68 - Bomba de Vacio</i>	- 95 -
<i>Figura 69 - Enrasador</i>	- 95 -
<i>Figura 70 - Cuarteo de Muestra</i>	- 97 -
<i>Figura 71 - Vertido de solvente sobre la muestra</i>	- 97 -
<i>Figura 72 - Plato y Muestra</i>	- 97 -
<i>Figura 73 - Pasos para el proceso de centrifugado</i>	- 97 -
<i>Figura 74 - Muestra y filtro al final del ensayo</i>	- 98 -
<i>Figura 75 - Maquina Centrifuga al final del ensayo</i>	- 98 -
<i>Figura 76 - Granulometría - Retenido en cada tamiz</i>	- 98 -
<i>Figura 77 - Recepción de probetas de Hormigon</i>	- 99 -
<i>Figura 78 - Proceso de Encabezado</i>	- 100 -
<i>Figura 79 - Probeta Encabezada de un solo lado</i>	- 100 -
<i>Figura 80 - Aserrado de caras</i>	- 101 -
<i>Figura 81 - Maquina Caladora</i>	- 101 -
<i>Figura 82 - Ensayo de compresión</i>	- 102 -
<i>Figura 83 - Prensa y Probetas a ensayar</i>	- 102 -

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 – Computo y Presupuesto de “Pavimentación Bº Los Sauces”</i>	- 14 -
<i>Tabla 2 – Factores Determinantes del diseño y sus respectivos condicionantes</i>	- 32 -
<i>Tabla 3 – Periodo de retorno para la función complementaria según uso de suelo para drenaje urbano</i>	- 47 -
<i>Tabla 4 – Periodo de retorno para la función complementaria según tipo de vía para drenaje urbano</i>	- 47 -
<i>Tabla 5- Factor de Escorrentía según Tipo de Edificación y Uso de Suelo</i>	- 52 -
<i>Tabla 6 - Características geomorfológicas de las cuencas (Elaboración propia)</i>	- 52 -
<i>Tabla 7 – Intensidades de Precipitación</i>	- 54 -
<i>Tabla 8 – Tiempos de concentración de las Cuencas (Elaboración propia)</i>	- 54 -
<i>Tabla 9 – Caudales de las cuencas según TR, Duración de la lluvia y cuenca de aporte (Elaboración propia)</i>	- 57 -
<i>Tabla 10 – Resumen de los caudales obtenidos para cada cuenca con Tiempo de Concentración</i>	- 57 -
<i>Tabla 11 – Limites de inundación para Función Complementaria</i>	- 58 -
<i>Tabla 12 - Limites de inundación para Función Básica.</i>	- 59 -
<i>Tabla 13 - Datos ingresados a HFM y solución del Tirante Normal para cada cuenca.</i>	- 62 -
<i>Tabla 14 - Datos ingresados a HFM y solución del Tirante Normal sobre Camino a Capilla de los Remedios</i>	- 62 -
<i>Tabla 15 – Datos de Tirante Normal obtenidos del H-FM para salidas en cuencas 4, 1, 2 y 3</i>	- 63 -
<i>Tabla 16 – Datos de Tirante Normal obtenidos del H-FM sobre calle Capilla de los Remedios</i>	- 63 -
<i>Tabla 17 - Pliego de Especificaciones Técnicas Generales DNV</i>	- 81 -
<i>Tabla 18 – Entornos Granulométricos según IRAM</i>	- 81 -
<i>Tabla 19 - Entornos Granulométricos según IRAM</i>	- 82 -
<i>Tabla 20 - Entorno Granulométrico para Carpeta Asfáltica</i>	- 88 -



ESTUDIO Y PROYECTO: PAVIMENTACIÓN BARRIO "LOS SAUCES"

INTRODUCCIÓN

CAPITULO 1



1. INTRODUCCIÓN

En el siguiente informe se describen los trabajos que realicé en el marco de la materia Practica Supervisada realizada en la Dirección de Obras Viales, ubicada en Francisco Narciso de Laprida 1100 – Barrio Observatorio, perteneciente a la Municipalidad de Córdoba.

Durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero participe en distintos sectores de la entidad con el objetivo de obtener una experiencia laboral en las distintas áreas referidas a las obras viales.

1.1. Entidad Receptora

Municipalidad de Córdoba

La Municipalidad de Córdoba fue creada el 9 de Julio de 1857. Funcionó en un principio como una Corporación de familias, con un presidente y diversas Comisiones.

Recién en 1883 se genera la figura unipersonal del Ejecutivo en la persona del Intendente y más tarde se crea, como organismo de control, el Tribunal de Cuentas.

Actualmente, la Municipalidad de Córdoba tiene su sede en el "Palacio 6 de Julio", ubicado en Marcelo T. de Alvear 120 esquina Caseros.

En el edificio se encuentran las oficinas del intendente municipal y de diferentes reparticiones, pero no están en su totalidad, gracias al proceso de descentralización algunas fueron derivadas a diferentes Centros de Participación Comunal.

Secretaría de Planeamiento e Infraestructura - Subsecretaría de Infraestructura

Las tareas asignadas a la misma son estudiar, programar, proyectar, ejecutar, controlar y fiscalizar las obras públicas de competencia municipal. Además de planificar, ordenar y controlar los servicios de alumbrado público, obras viales y servicios públicos domiciliarios, como así también fiscalizar y evaluar el cumplimiento de los planes y la normativa aplicable relacionada con servicios públicos.

La función de esta subsecretaría es velar por el mantenimiento, la preservación y el relevamiento de obras que involucran a barrios de todo el Ejido Municipal, coordinando las tareas con las direcciones de Obras Viales, Redes Sanitarias y Gas, Alumbrado Público y Arquitectura. El actual Subsecretario es el Ingeniero Omar Arsenio Gastaldi.

Dirección de Obras Viales

Tiene su sede en Francisco Narciso de Laprida 1100 de Barrio Observatorio, fue creada el 15 de abril de 1952 y tiene a su cargo las tareas de refacción, reparación y mejoramiento de la vía pública de la ciudad. Es responsable de la conservación, el mantenimiento y del desarrollo e implementación de nuevos proyectos viales, además del mantenimiento y construcción de los desagües pluviales de la ciudad y de los recursos hídricos de la misma.

Esta dirección se encuentra conformada por diferentes áreas.

- Administración, control y gestión.
- Conservación Vial.
- Ingeniería.

Dentro del Departamento de Ingeniería, se encuentran las áreas:

- Estudios y Proyectos.
- Inspección de Obras.
- Mantenimiento de Calles.

En la siguiente figura se puede apreciar el organigrama que explica la configuración de los diferentes sectores de la Dirección de Obras Viales para poder comprender claramente dónde están ubicadas las divisiones en la que se realizaron esta práctica supervisada.

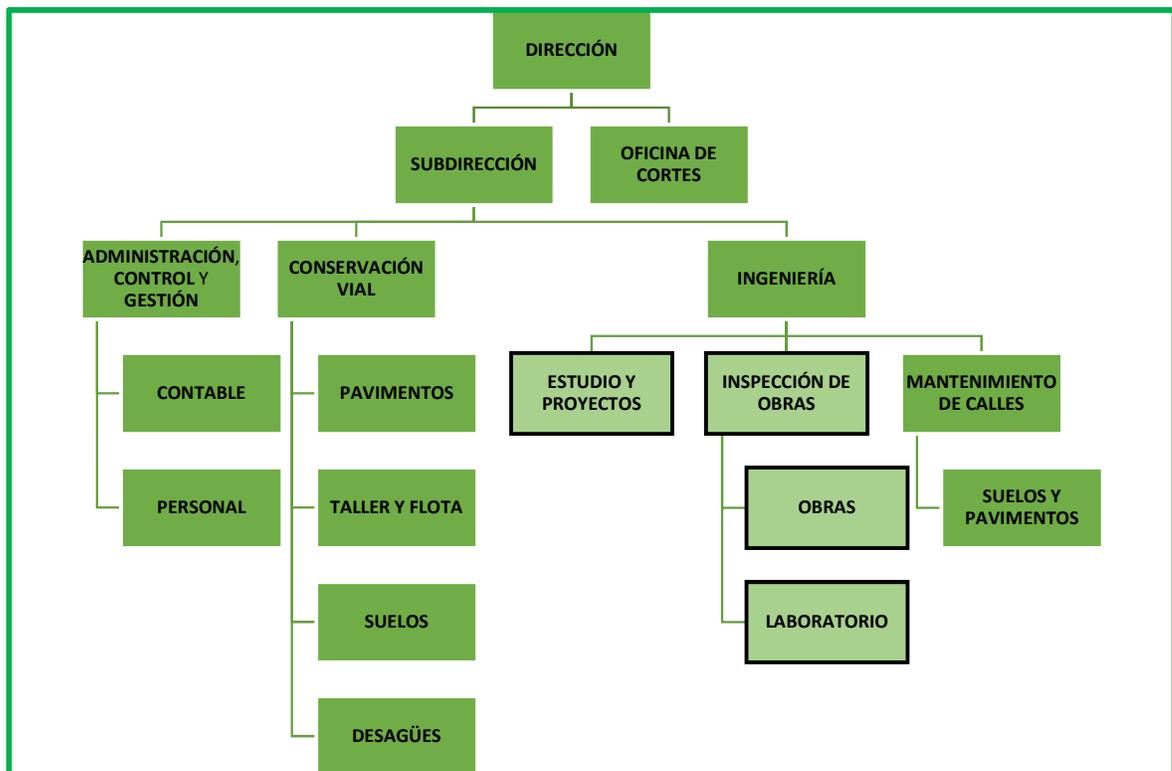


Figura 1 – Organigrama de la Dirección de Obras Viales de la Municipalidad de Córdoba



1.2. Objetivos de la Práctica Supervisada

Se han planteado para el desarrollo de la Práctica Supervisada los siguientes objetivos personales y profesionales:

- Desarrollo personal y profesional en el ámbito de trabajo cotidiano; se prevé lograr principalmente, comprender la importancia del desarrollo personal y su correlación con el desarrollo profesional durante su actividad de trabajo.
- Incorporar y aplicar los conocimientos académicos adquiridos en el desarrollo de la carrera de Ingeniería Civil.
- Adaptación al medio de trabajo y aumento de conocimientos en cuanto a logística y organización de un grupo de personas
- Interacción permanente con un grupo de Profesionales afines a la Ingeniería.
- Obtener experiencia práctica en la elaboración de una tarea específica relacionada con la Ingeniería (Obra vial) y tener la posibilidad de acercarse por este medio a una visión integral como profesional creando criterio para el estudio y desarrollo del mismo.
- Orientación respecto al desarrollo del futuro profesional
- Vinculación Universidad – Medio.
- Redacción de Informes Técnicos convenientemente fundamentados acerca de la práctica propuesta y los resultados de su realización.

Plan de Actividades

Las actividades a realizar por el alumno a lo largo de la PS serán indicadas y supervisadas por los tutores, interno y externo, como medio de garantizar el avance y la correcta confección del informe de la Práctica Supervisada.

Las mismas son:

- Detección de necesidades de infraestructura.
- Análisis de lo relevado.
- Estudio del proyecto de obra.
- Confección de memoria descriptiva de la obra.
- Realización de ensayos de Laboratorio
- Acompañamiento en la inspección de obra
- Confección de planos necesarios.



1.3. Modalidad de Trabajo

En el seguimiento en la realización y supervisión del Informe Técnico Final elegí como tutor Interno perteneciente a la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales al Mgter. Ing. Dapas, Oscar Milton. Y para el seguimiento de las actividades realizadas en la Dirección de Obras Viales fue designado el Jefe del Departamento de Ingeniería, Mgter. Ing. Tartabini, Mauro Iván como tutor externo.

En primer lugar, desempeñe mis actividades trabajando en el Laboratorio colaborando con la ejecución de los ensayos solicitados por los inspectores de la Municipalidad de Córdoba para cada obra.

Luego, me reubiqué en la división de Estudio y Proyecto, donde tomé conocimiento sobre la forma de trabajar y desarrollar un proyecto licitatorio desde un comienzo y cuál es el proceso que el mismo llega hasta su finalización.

Dentro de esta división realice un estudio planialtimétrico del proyecto, basándome en los conocimientos teóricos aprendidos en el cursado de la carrera y posteriormente realice la comparativa con el pliego de licitación, donde establezco mi punto de vista en cuanto a recomendaciones y correcciones a realizar sobre dicha licitación.

También dentro del mismo, al carecer de un análisis hidrológico del barrio, desarrolle uno en donde el objetivo principal es verificar los límites de inundación de la zona en estudio.

Para concluir este informe, en el último capítulo hice referencia a los controles de calidad que estuve realizando en el laboratorio, los que se deberían hacer sobre los materiales involucrados en el proyecto y lo que se exige en el pliego de especificaciones, planteando también una crítica en cada uno de ellos.



ESTUDIO Y PROYECTO: PAVIMENTACIÓN
BARRIO "LOS SAUCES"

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

CAPITULO 2



2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Este trabajo tiene como objetivo estudiar y analizar el proyecto de obra de “Pavimentación Barrio Los Sauces”, en el mismo se realiza un estudio de la licitación existente, con número de expediente 038416-17.

El procedimiento de contratación será a través de licitación pública presentando como presupuesto oficial un monto de **\$25.784.067,00** (Son pesos: Veinticinco Millones Setecientos Ochenta y Cuatro Mil Sesenta y Siete Pesos 00/100), cuyo costo será financiado por la Secretaria de Vivienda, dependiente del Ministerio del Interior, Obras Publica y Vivienda.

El Sistema de Contratación será por “Ajuste Alzado” y **no** contemplará re determinación de precios, con un plazo de ejecución de 300 días.

El proyecto prevé la ejecución de la obra de pavimento con un total de 34 cuadras, así como también la ejecución de cordón cuneta y bocacalles. EL mismo también prevé la rotura y extracción de pavimentos rígidos y/o flexibles.

ITEM	DESIGNACION	Longitud CC entre bocacalle (m)	Superficie (m ²)	Un.	Cantidad	P. Unitario	P. Total	%
I	MOVIMIENTO DE SUELOS			m3	3435,00	\$ 250,00	\$ 858.750,00	3,33%
II	EXCAVACION Y EJECUCION DE SUBRASANTE e=0,15m		22.904,00	m2	22904,00	\$ 98,00	\$ 2.244.592,00	8,71%
III	EJECUCION DE BASE Y/O SUB BASE (Subb Base Selo-Arena) e=0,15m		22.904,00	m3	3435,00	\$ 1.009,00	\$ 3.465.915,00	13,44%
IV	EJECUCION DE BASE Y/O SUB BASE (Base Granuelar) e=0,12m		16.821,00	m3	2018,00	\$ 1.229,00	\$ 2.480.122,00	9,62%
V	*EJECUCION DE PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO e=0,05m	2.684,00	16.821,00	Tn	2018,00	\$ 4.299,00	\$ 8.675.382,00	33,65%
VI	**EJECUCION DE CORDON CUNETA DE Hº SIMPLE e=0,15m		5.576,00	m2	6774,00	\$ 1.100,00	\$ 7.451.400,00	28,90%
	**EJECUCION DE BOCALLES DE Hº SIMPLE e=0,15m	847,00	1.198,00					
VII	ROTURA Y EXTRACCION DE PAVIMENTO RIGIDO Y/O FLEXIBLE		286,00	m2	286,00	\$ 366,00	\$ 104.676,00	0,41%
VIII	***READECUACION DE CONEXIONES DOMICILIARIAS			Un	130,00	\$ 3.871,00	\$ 503.230,00	1,95%
TOTAL							\$ 25.784.067,00	100,00%

Tabla 1 – Compuo y Presupuesto de “Pavimentación Bº Los Sauces”(Pliego de Licitación, Municipalidad de Córdoba)

* ÍTEM V: Incluye riego de imprimación y riego de liga

** ÍTEM VI: Corresponde a "Ejecución De Pavimento De Hº Simple De 0,15 De Espesor"

*** ÍTEM VIII: Indica cantidad "máxima" a contratar (Unidad)

2.1. Objetivo

Este proyecto tiene como objetivo lograr una significativa mejora en el drenaje superficial de aguas pluviales, mejorando además el tránsito vehicular y peatonal, y reduciendo los costos actuales de mantenimiento (perfilado de calles de firme natural). Adicionalmente, quedarán materializadas las líneas de vereda, brindando un mayor grado de consolidación de la urbanización existente.

La ejecución del proyecto, es de suma importancia, debido a las graves consecuencias que tienen las grandes tormentas en la zona, produciendo inundaciones e importantes pérdidas económicas y en la calidad de vida de los habitantes. A su vez, como las calles quedan poco transitables durante la época de lluvias, se cargan con mayor tránsito la calle Vusetich y el viejo camino a Capilla De Los Remedios, lo que en algunos casos provoca accidentes viales.

El efecto que producen las tormentas en la zona se puede apreciar en el siguiente recorte del diario “La Voz” del día 28/09/2009.



Figura 2 – Reclamos vecinales respecto a inundaciones en el Barrio Los Sauces (Recorte Diario “La Voz”)

“Hoy, como siempre ocurre desde que se creó el barrio, las calles se inundan cada vez que llueve y no se puede ni siquiera cruzar desde una vereda a otra. Hay quienes dicen que deben llevar a sus hijos a la escuela en autos, para que no se embarren. Otros rezongan porque no pueden abordar ómnibus urbanos”



Figura 5 – Base de fotos “Los Sauces” (Municipalidad de Córdoba)



Figura 3 – Base de fotos “Los Sauces”
(Municipalidad de Córdoba)



Figura 4 – Base de fotos “Los Sauces”
(Municipalidad de Córdoba)

2.2. Características del Barrio Los Sauces

Este barrio está ubicado en la zona Sureste de la Ciudad de Córdoba, dentro de la Provincia de Córdoba, por fuera del anillo de Circunvalación. El mismo es una extensión del barrio Avellaneda, posee una superficie total de 20 hectáreas y presenta características de un Barrio Residencial.

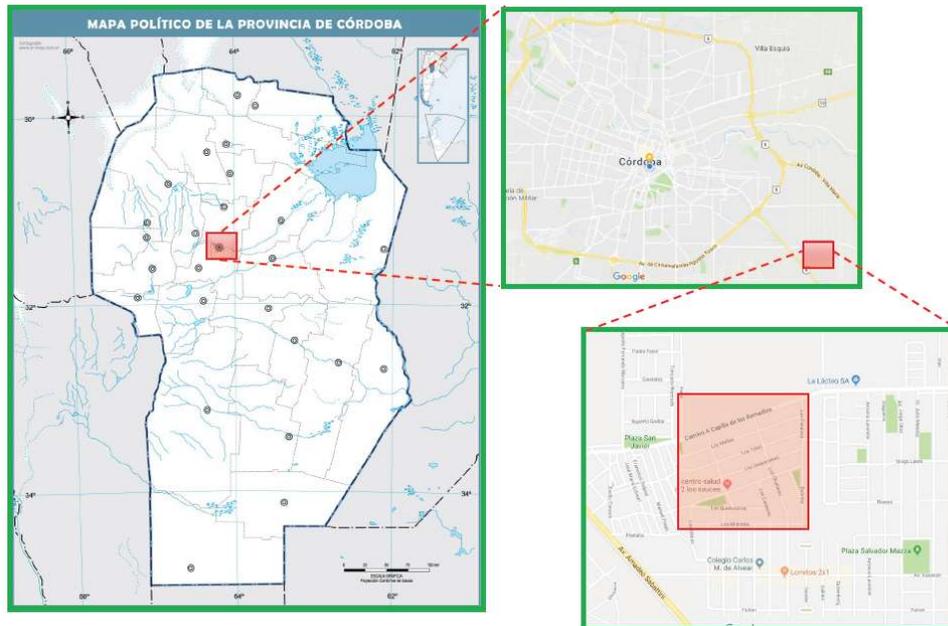


Figura 6 – Ubicación del barrio Los Sauces dentro de la Provincia de Córdoba (Elaboración Propia)

Con sus 484 viviendas según el censo del 2010, presenta una población de 1.635 habitantes. Al estar alejado de la zona céntrica y su pobre desarrollo de infraestructura, los valores del inmueble en la zona son bajos y presentan un hacinamiento alto.

Listado de calles que pasan por Los Sauces:

- Dalton (longitud total: 438 m)
- Diesel (longitud total: 376 m)
- Guillermo Harvey (longitud total: 377 m)
- Juan Galvani (longitud total: 381 m)
- Kelvin (longitud total: 375 m)
- Los Algarrobos (longitud total: 667 m)
- Los Chañares (longitud total: 462 m)
- Los Espinillos (longitud total: 332 m)
- Los Guayacanes (longitud total: 518 m)
- Los Mistoles (longitud total: 443 m)
- Los Molles (longitud total: 518 m)
- Los Olmos (longitud total: 268 m)
- Los Quebrachos (longitud total: 310 m)
- Los Talas (longitud total: 867 m)
- Taylor (longitud total: 346 m)

2.3. Características de la Obra

Para la ejecución de la presente obra de primera categoría, correspondiente a Obra Vial, se nivelará planialtimétricamente el terreno sobre el cual se apoyará la estructura de pavimento de sistema constructivo mixto: cordones cuneta y bocacalles de hormigón H-30 colado in situ y base y sub base granular, sobre la cual apoya el pavimento de concreto asfáltico.

El Pavimento de Concreto Asfáltico de 0,05m de espesor (que incluye los respectivos riegos de imprimación y liga) con una superficie de 16.821 m², se apoya sobre una Base Granular de 0,12m de espesor con idéntica superficie. Esta última, a su vez apoya sobre un Sub Base Suelo-Arena de 0,15m de espesor y una Subrasante Compactada de 0,15m de espesor, que tienen una superficie en común de 22.904 m².

Así, el total de cuadras a pavimentar será de 34 (treinta y cuatro), con un desarrollo de 847 metros lineales de cordón cuneta a ejecutar y unos 5.576 m² que corresponden bocacalles, todos ellos de hormigón simple con 0,15m de espesor, totalizando así una superficie de cobertura vial de 22.904 m².

Además, se prevé la rotura y extracción de pavimentos rígidos y/o flexibles en unos 286 m², así como la readecuación de conexiones domiciliarias, en una cantidad "máxima" total de 130 unidades, según esquema tipo que se indica a continuación (conexión entre red de distribución y caja sobre vereda). La empresa deberá proveer todos los materiales y equipos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos contratados.

2.4. Perfiles, Bocacalle y Cordón Cuneta Tipo

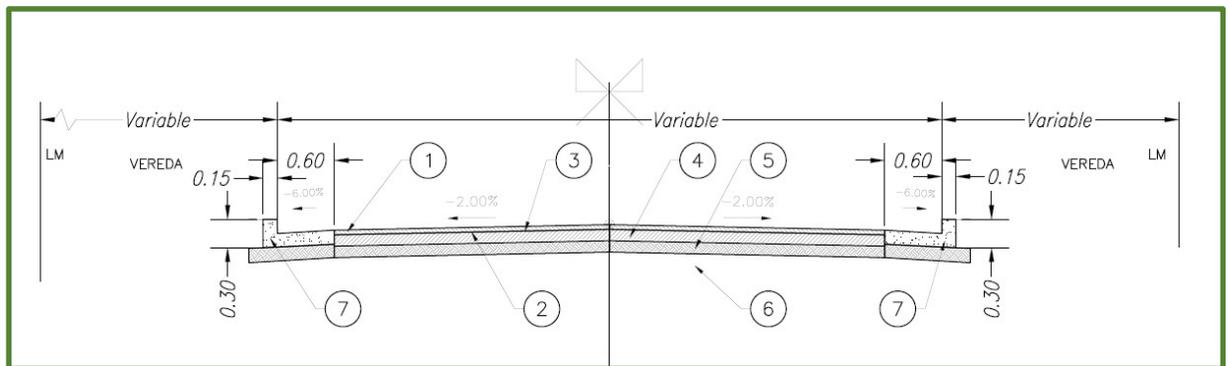


Figura 7 – Perfil Tipo Pavimento Flexible para Calles (Municipalidad de Córdoba)

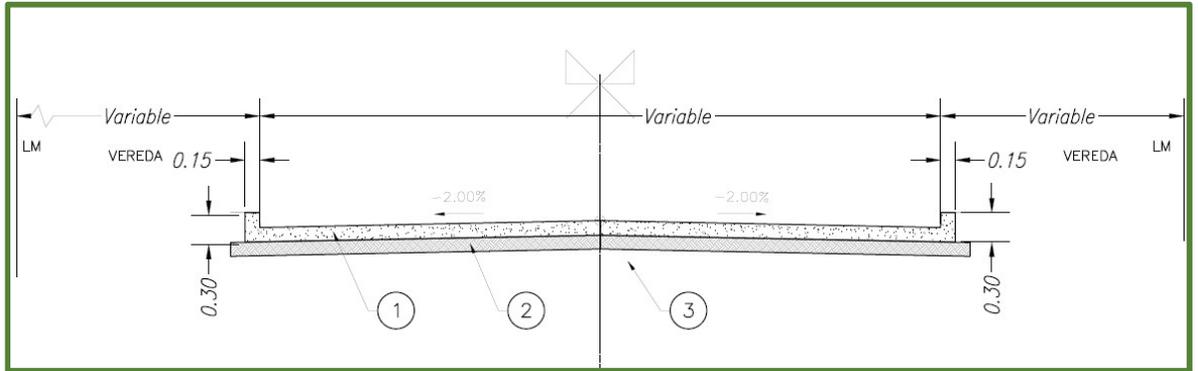


Figura 8 - Perfil Tipo Pavimento Rígido para Calles (Municipalidad de Córdoba)

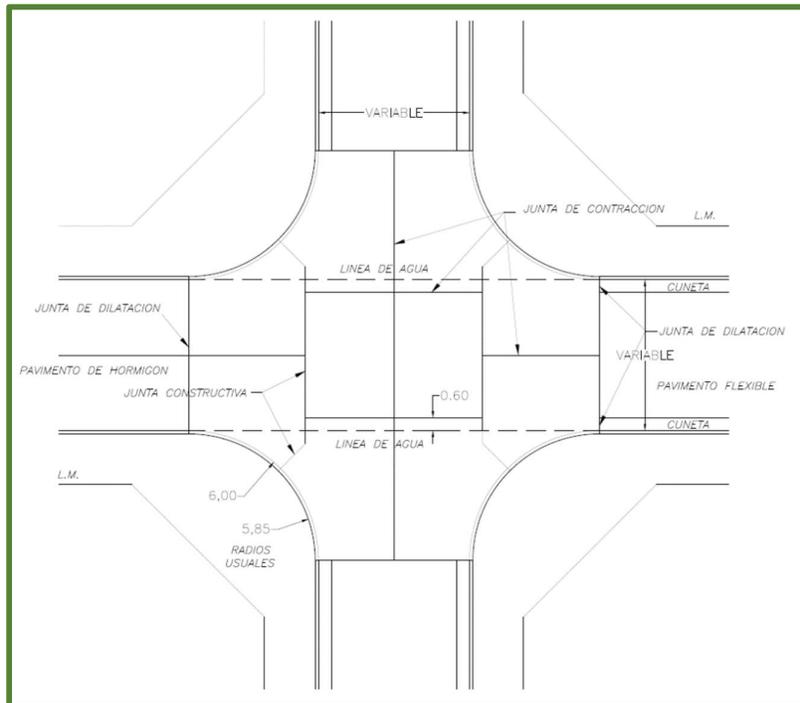


Figura 9 - Planimetría Tipo para Bocacalles (Municipalidad de Córdoba)

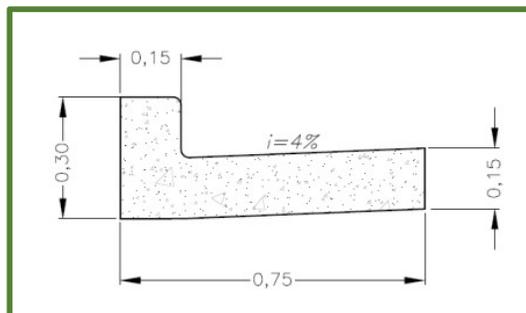


Figura 10 - Detalle Cordón Cuneta Tipo Unificado (Municipalidad de Córdoba)



2.5. Trabajos a ejecutar

Los trabajos a ejecutar en virtud del contrato a celebrar, son los siguientes:

- a) Nivelación completa de la traza con el objeto de abalizar los vértices y puntos de la traza y la colocación de mojones como puntos fijos para la ejecución de la obra.
- b) Ejecución de sondeos a lo largo de la obra con el objeto de precisar la posición de la infraestructura existente y que pueda ser afectada por la obra.
- c) Rotura extracción y traslado del material que fuera necesario.
- d) El movimiento de suelo que fuera necesario para llegar a cota de apoyo del paquete estructural proyectado.
- e) El desmantelamiento y extracción de todo elemento que obstaculice la ejecución de la obra (árboles, postes de Hº o madera con sus respectivos sostenes, alambrados, veredas, etc.) y su posterior reposición.
- f) Los trabajos necesarios para el mantenimiento y reposición de cañería de agua, gas, cloaca, alumbrado público, semáforos, teléfonos, etc. que puedan encontrarse en la calle y que afecten la realización de la obra, o que fueran afectadas por ella.
- g) El movimiento de suelo que fuera necesario para llegar a cota de apoyo del paquete estructural proyectado.
- h) Preparación y compactación de la subrasante en 0.15 metros de espesor, según los perfiles transversales indicados en planos.
- i) Ejecución de las sub- bases y bases granulares y carpeta asfáltica incluyendo la provisión de los materiales, según los perfiles transversales indicados en planos
- j) Ejecución del cordón cuneta y bocacalles de hormigón simple de 0.15 m de espesor de acuerdo a lo indicado en planos de proyecto, incluyendo la provisión de los materiales.
- k) La conservación de las obras durante su ejecución y durante el plazo de garantía.
- l) Todos los trabajos necesarios para la completa y correcta terminación de las obras a ejecutar, en correspondencia a los a que aquellas estén destinadas.



2.6. Detalle de Calles a Pavimentar

CALLE LOS MOLLES

e/Virasoro y Los Espinillos
e/Los Espinillos y Los Chañares
e/Los Chañares y Los Paraísos

CALLE LOS TALAS

e/Los Espinillos y Los Chañares
e/Los Chañares y Los Paraísos

CALLE LOS GUAYACANES

e/Virasoro y Los Espinillos
e/Los Espinillos y Los Chañares
e/Los Chañares y Los Paraísos

CALLE LOS ALGARROBOS

e/Virasoro y Los Espinillos
e/Los Chañares y Los Ombues
e/Los Ombues y Los Paraísos

CALLE LOS QUEBRACHOS

e/Virasoro y Dalton

CALLE LOS MISTOLES

e/Pje Publico y Taylor
e/Taylor y Dalton
e/Dalton y Diesel
e/Diesel y Galvani
e/Galvani y Los Caldenes
e/Los Caldenes y Los Chañares
e/ Los Algarrobos y Los Guayacanes
e/ Los Guayacanes y Los Talas

BOCACALLES

Los Paraísos Esq. Los Mistoles

Los Paraísos Esq. Los Ombues
Los Paraísos Esq. Los Algarrobos

Los Paraísos Esq. Los Guayacanes
Los Paraísos Esq. Carabelas
Los Paraísos Esq. Los Talas
Los Paraísos Esq. Los Molles

Los Ombues Esq. Los Algarrobos

Los Mistoles Esq. Taylor
Los Mistoles Esq. Diesel

e/Los Chañares y Los Paraísos

CALLE LOS PARAISOS

e/ Fin Calle y Los Mistoles
e/ Los Mistoles y Los Ombues
e/ Los Ombues y Los Algarrobos
e/ Los Algarrobos y Los Guayacanes
e/ Los Guayacanes y Carabelas
e/ Carabelas y Los Talas
e/ Los Talas y Los Molles
e/ Los Molles y Cno Capilla a los Remedios

CALLE LOS OMBUES

e/ Los Paraísos y Los Algarrobos

CALLE GALVANI

e/ Pav. Existente y Los Mistoles

CALLE DIESEL

e/ Pav. Existente y Los Mistoles

CALLE TAYLOR

e/ Pav. Existente y Los Mistoles

PASAJE PUBLICO

e/ Cordon Existente y Los Mistoles
e/ Los Mistoles y Los Quebrachos

CALLE VIRASORO

e/ Los Talas y Los Molles
e/ Los Molles y Cno Capilla a los Remedios

Los Mistoles Esq. Galvani
Los Mistoles Esq. Los Caldenes

Pasaje Publico Esq. Los Mistoles
Pasaje Publico Esq. Los Quebrachos y Los
Algarrobos

Virasoro Esq. Los Algarrobos
Virasoro Esq. Los Guayacanes
Virasoro Esq. Los Talas
Virasoro Esq. Los Molles



ESTUDIO Y PROYECTO: PAVIMENTACIÓN
BARRIO "LOS SAUCES"

ANÁLISIS PLANIALTIMÉTRICO

CAPITULO 3



3. ANÁLISIS PLANIALTIMÉTRICO

3.1. Introducción

Todo Proyecto Vial está directamente relacionado con el Proyecto de Drenaje, puesto que resulta necesario realizar una nivelación y perfilado de las calles de modo de orientar y conducir superficialmente los excedentes pluviales generados en el loteo hacia las obras hidráulicas de regulación que componen el sistema de drenaje.

Dentro del proyecto a analizar es importante mencionar que, en la planimetría se debió tener en cuenta que es un barrio consolidado donde las dimensiones y disposición de las calles están limitadas por sus edificaciones. Y en cuanto a la planialtimetría, las calles existentes previamente pavimentadas, condicionan las cotas del proyecto.

Para abordar el estudio de este proyecto, en primer lugar, tuve que recopilar toda la información existente que me servía de base para el posterior diseño. Entre los antecedentes, lo primordial es el relevamiento topográfico realizado, como en este caso partí de un proyecto previamente realizado, tomé los puntos con su respectiva planialtimetría del programa AutoCAD Civil 3D.

En una segunda etapa me enfoque en el diseño planialtimétrico vial, trazando la rasante lo más parecido al proyecto de licitación, de forma de practicar el uso del programa y para de esa forma establecer una comparativa entre ambos proyectos buscando los errores que podrían estar presentes, ya que dicho proyecto se realizó con otro programa, y también evaluando la mejor solución teniendo en cuenta los condicionantes y el criterio propio.

3.2. Proyecto de vialidad interna

En la siguiente figura se presenta la planimetría general, donde se puede observar la disposición de las calles que constituyen al mismo. Se trata de la pavimentación de 34 cuadras, planteada con un pavimento flexible, cordón cuneta y bocacalle de hormigón.



Figura 12 – Planimetría General del Proyecto (Municipalidad de Córdoba)

En una etapa previa al dimensionado de los componentes del diseño vial, se debe seleccionar el perfil tipo que condicionara el diseño geométrico de la vía, teniendo en cuenta sus aspectos físicos y funcionales. Para ello se debe conocer el entorno de la obra, su ubicación dentro de la mancha urbana y que función cumplirá el mismo, para de esa manera también determinar su jerarquía.



Es importante que se defina su función mediante una forma de clasificación para ajustar la tipología de la obra y tener en claro los diferentes aspectos en cuanto a su diseño geométrico y estructural dentro de un marco normativo, en este caso la Ordenanza 8060/85, que regula el fraccionamiento de tierras dentro del Ejido Municipal perteneciente a la ciudad de Córdoba.

Por ser un barrio consolidado con sus calles definidas en los parcelarios, el diseño planimétrico no fue desarrollado desde cero, por lo que el proyecto se ajustó a los condicionantes y dimensiones existentes. Para posicionar el proyecto en el terreno se ubicaron los respectivos ejes de calles del proyecto entre líneas municipales.

3.3. Ordenanza 8060/85

Art. 13°.

DEFINICIÓN de jerarquías viales: Defínase como arterias de la Red Vial Principal y de la Red Vial Secundaria, el conjunto de vías categorizadas según la siguiente descripción y que se representa en el Plano de Red Vial Principal (Anexo Gráfico 2) y perfiles transversales. Tipo (Anexo Gráfico 3) que forma parte de la presente Ordenanza:

- **Autopistas:** Tienen como finalidad servir al tránsito rápido de acceso regional y nacional y también el tránsito rápido de paso. Vías con control de accesos, cruces a distinto nivel, separador central y calles de servicio.
- **Arteriales principales:** Vías de penetración que tienen como finalidad servir a la interconexión de las vías regionales y permitir el acceso al Área Central. Con o sin control de accesos, cruces en general a nivel, como separador central, sin calles de servicio.
- **Arteriales Secundarias:** Vías que cumplen funciones accesorias y/o alternativas de las Arterias Principales. Con o sin control de accesos, cruces a nivel, con o sin separador central, sin calles de servicio.
- **Intersectoriales Principales:** Vías que interconectan en sentido anular o transversal, sectores interurbanos distintos entre sí. Con o sin control de accesos, cruces a nivel, con o sin separador central y sin calles de servicio.
- **Intersectoriales Secundarias:** Vías que interconectan en sentido anular sectores interurbanos próximos entre sí. Con o sin control de accesos, cruces a nivel, con o sin separador central y sin calles de servicio. Pueden cumplir funciones accesorias a las de las Intersectoriales Principales.
- **Colectoras:** Vías cuya función es canalizar el tránsito interno barrial desde y hacia las vías arteriales e Intersectoriales. Sin control de accesos, cruces a nivel y sin separador central.
- **Locales:** *Vías de acceso vehicular a la vivienda y a su equipamiento inmediato. De baja velocidad y poco volumen vehicular, no cuenta con control de accesos ni separador central, siendo sus cruces a nivel.*

- **Calles sin salida:** Son vías locales que están conectadas a las colectoras por uno solo de sus extremos. Su máxima longitud no podrá superar los 80,00 m, pudiendo la Dirección de Planeamiento autorizar la extensión hasta los 120 m., cuando por razones de diseño así se agrega, debiendo contar en el extremo cerrado con cual de saca.
- **Peatonales de uso vehicular restringido:** Son calles de uso fundamentalmente peatonal (sin distinción entre calzada y vereda) en las que se permite el ingreso vehicular al solo efecto de acceder a los garajes particulares que pudiera haber sobre las mismas, no pudiendo tener continuidad vial.
- **Peatonales exclusivas:** Son calles de uso exclusivamente peatonal, sin posibilidad de acceso vehicular. No hay distinción entre calzada y vereda y suelen tener obstáculos en los ingresos o intersecciones.

Sección II: De los Perfiles Tipo de Vías

- **LOCALES:** Deberán ejecutarse según perfiles tipo:
 - ✓ Perfil 8: Anchos: Entre Líneas Municipales 16,00 m, de Vereda Peatonal, 2,00 m.; de estacionamiento fuera de calzada, 3,00 m.; de calzada 6,00 m.

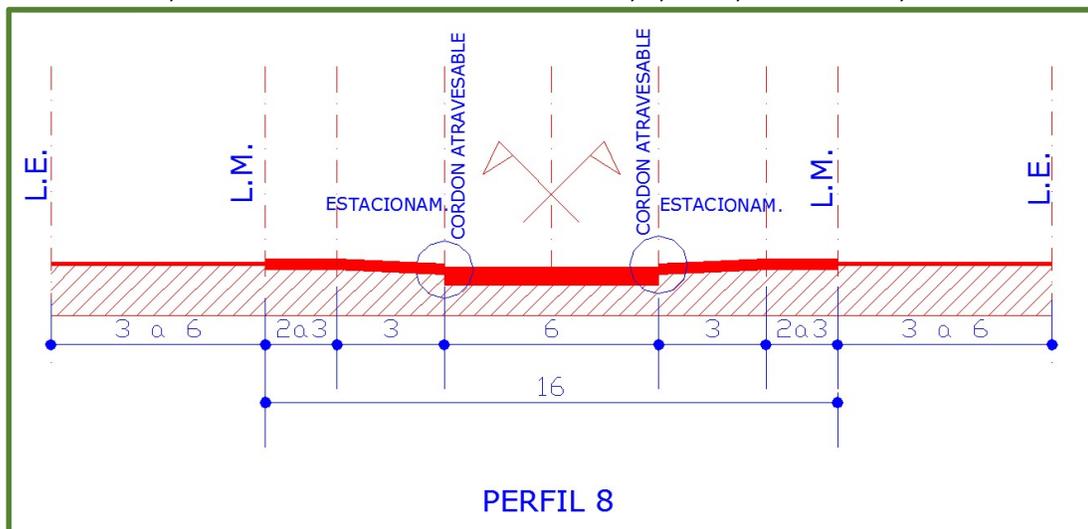


Figura 13 – Perfil 8 Según Ordenanza 8060 (Municipalidad de Córdoba)

- ✓ Perfil 9: Anchos: Entre Líneas Municipales, 12,00 m., de Veredas, 2,50 m.; de calzada 7,00 m.

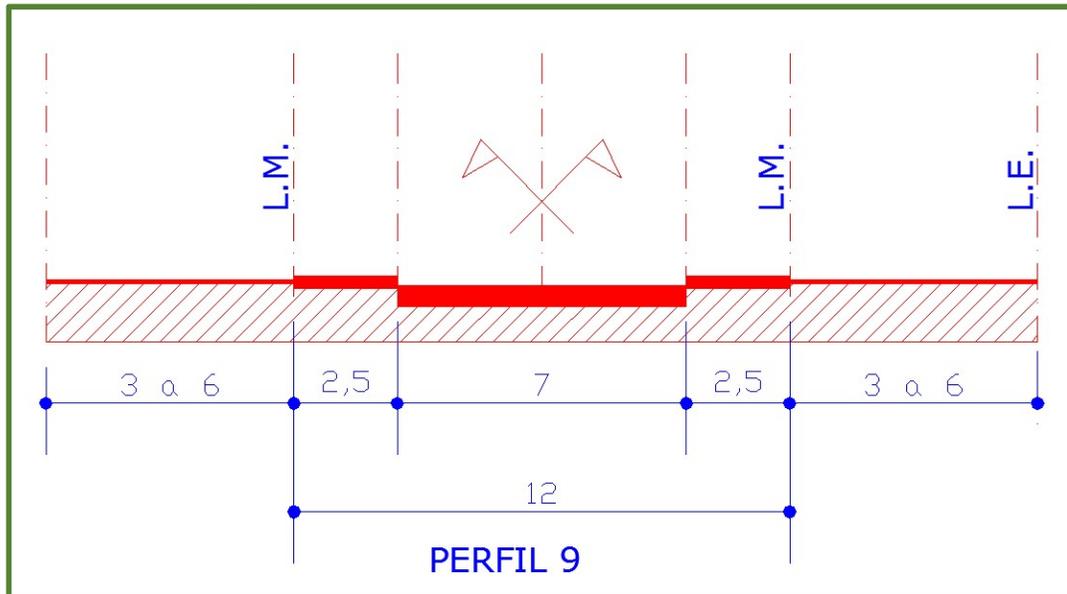


Figura 14 - Perfil 8 Según Ordenanza 8060 (Municipalidad de Córdoba)

Algunos de los puntos de la Ordenanza a destacar también son:

- El trazado vial deberá ser compatible con el trazado de las zonas o barrios colindantes, asegurando continuidad y correcto enlace con las arteriales, intersectoriales y colectoras. (Art 20º)
- Los Radios de Giro en intersecciones o encuentro de vías de igual o diferente jerarquía serán definidos por el Organismo Municipal correspondiente, y en ningún caso serán menores de 5,00m.
- Todas las calzadas de calles a abrir deberán ser tratadas con pavimento rígido o flexible y cordón cuneta según las características del suelo y jerarquías viales de acuerdo a las normas de pliegos. En estas obras deberá preverse una evacuación normal de las aguas pluviales y efectuarse todas las construcciones y/o instalaciones necesarias para evitar erosiones o cualquier otro perjuicio que pudiere ocasionar en las zonas colindantes según lo previsto por la Dirección de Obras Viales, Subdirección de Desagües.

➤ **Art. 28°.-PENDIENTES:**

- ✓ **Las pendientes longitudinales máximas admisibles** serán del 4%(cuatro por ciento), salvo condiciones topográficas especiales que justifiquen una pendiente mayor y en ningún caso sobre vías arteriales o Intersectoriales principales.
- ✓ **La pendiente mínima permisible** para asegurar un adecuado drenaje es del 0,40%. En los casos en que la topográfica del terreno no permita alcanzar dicho valor se aceptará un mínimo del 0,25% (cero comas veinticinco por ciento) para calles pavimentadas y 0,35% (cero comas treinta y cinco por ciento) en caso de calles de firme natural.

3.4. Replanteo Altimétrico.

Es necesario para realizar este tipo de proyecto, darle una ubicación espacial a determinados puntos que se consideran relevantes; es decir, situarlos tanto planimétricamente como altimétricamente. El nivel o alfilero junto al elemento auxiliar permite conocer la cota de un determinado punto; entendiendo por cota a la distancia vertical entre un plano horizontal de referencia y dicho punto.

Este instrumento genera una visual recta horizontal, la que, al rotar sobre el eje vertical del aparato, genera un plano horizontal de comparación llamado “Horizonte Instrumental”. Las distancias (lecturas) entre este plano visual de comparación y el punto del terreno se miden con una regla graduada, llamada mira topográfica.

Las miras topográficas están graduadas al metro, decímetro, $\frac{1}{2}$ decímetro y centímetro; debiéndose estimar los milímetros. La diferencia entre la lectura en un punto y en otro es el “desnivel” entre ambos puntos. Es decir que si se parte de un punto cuya cota es conocida podemos obtener con el uso de este instrumento la cota de otro punto.

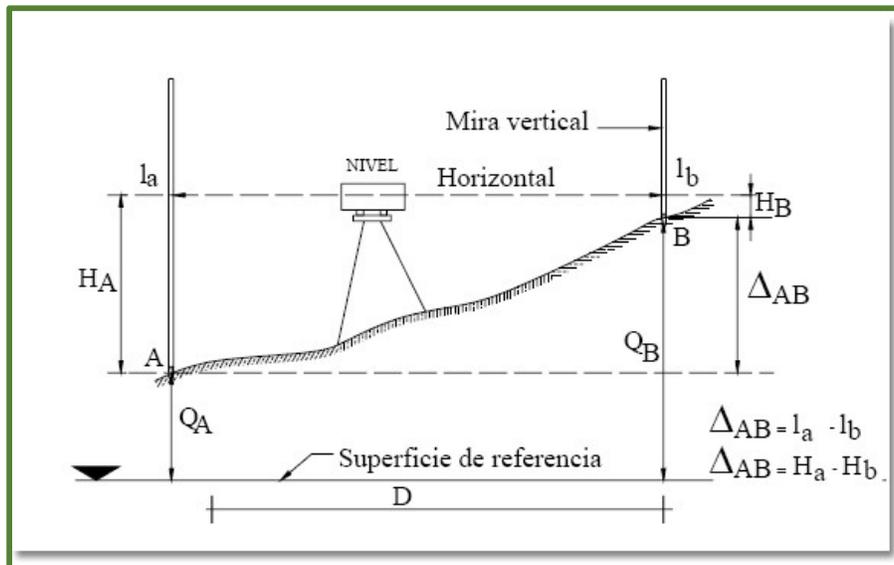


Figura 15 – Medición de desnivel entre dos puntos (<http://axisima.com/en-que-consiste-la-nivelacion-topografica>)

A la hora de realizar una nivelación se debe verificar que el alfilerómetro cumpla tres Condiciones.

1. Que el eje vertical "V" sea vertical.
2. Que el eje horizontal "H" sea horizontal.
3. Que el eje del anteojo "A" sea paralelo al eje del nivel.

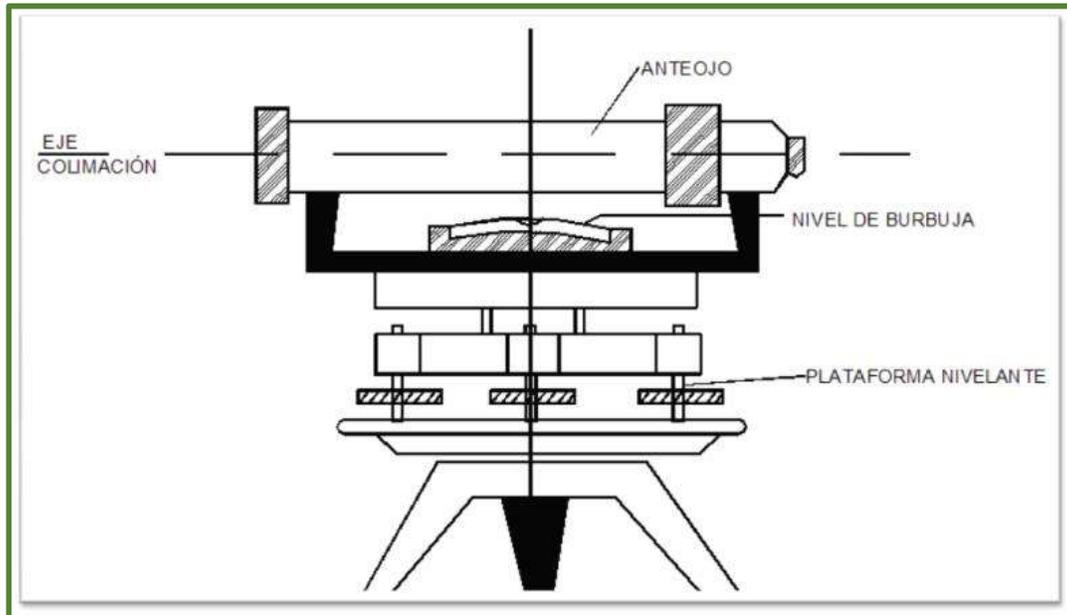


Figura 16 – Ejes de un Alfilerómetro (Municipalidad de Córdoba)

La primera y la tercera condición se verifican al estacionar y verticalizar el aparato (calado de nivel de burbuja). La segunda puede verificarse visando alguna marca efectuada en una posición tangente con el hilo horizontal de retículo; si desplazamos horizontalmente a izquierda y derecha el anteojo, la marca debe permanecer tangente al hilo horizontal, en caso de no hacerlo debe corregirse en laboratorio.

3.5. Trazado De Perfil De Terreno

Una vez calculadas las cotas de los puntos relevantes del proyecto se está en condiciones de trazar los perfiles de terreno de cada una de las calles. Esta tarea se realizó mediante el software AutoCAD CIVIL.

En la siguiente figura se puede ver un ejemplo del diseño adoptado, donde la línea punteada representa el Perfil Longitudinal del Terreno, la continua la rasante proyectada y también se puede observar la proyección de los desagües e umbrales de lazo izquierdo y derecho de la calzada.

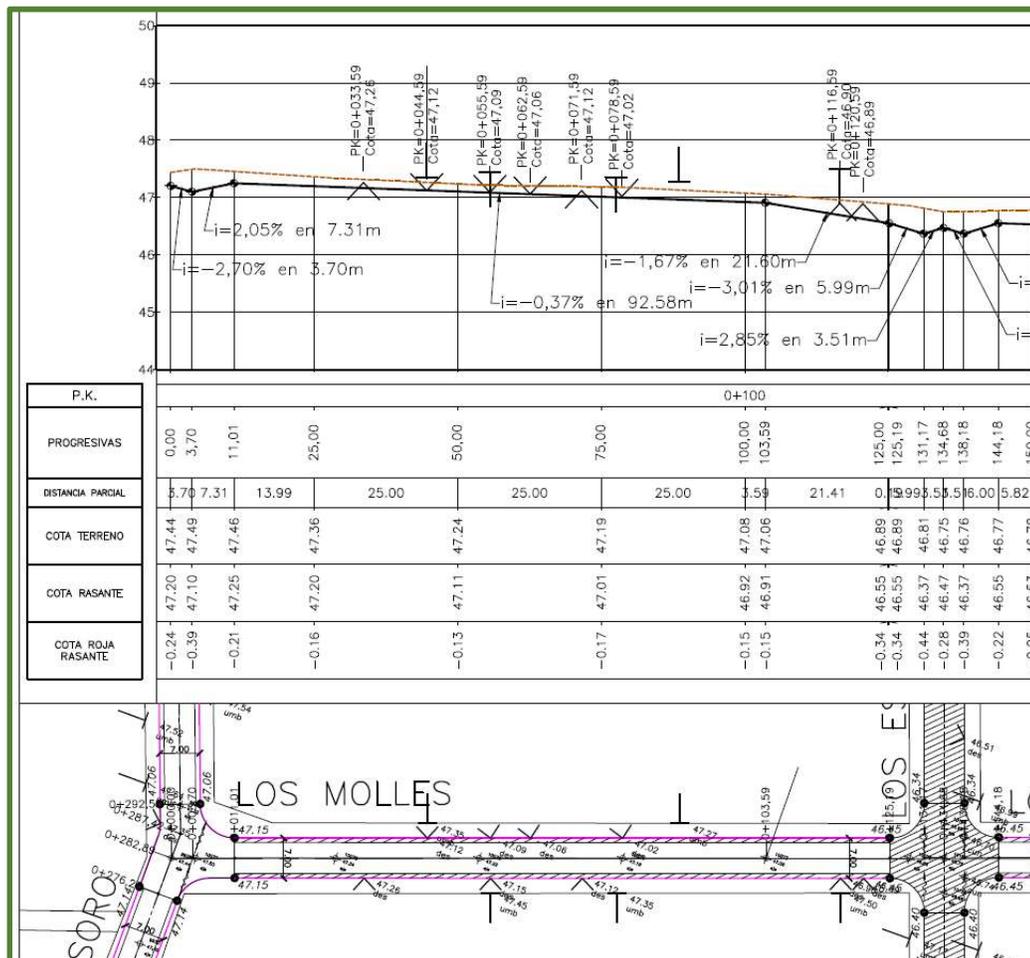


Figura 17 – Perfil Longitudinal Calle Los Molles

3.6. Diseño de Rasante y drenaje

En la definición del perfil longitudinal de la rasante, su forma de escurrimiento y sentido, se deben analizar las distintas alternativas que permitan superar los condicionantes.

En la determinación de las rasantes se debieron verificar los correctos desagües de las viviendas existentes hacia la calzada y la compatibilidad de altura con las calles



perpendiculares en los cruces. Fue por ello que se proyectaron los umbrales y albañales de las viviendas relevadas en el perfil longitudinal con el fin de trazar correctamente las rasantes. Se debieron proyectar también las calles perpendiculares al eje en cuestión, para lograr el correcto drenaje del agua superficial de todo su entorno.

Este diseño altimétrico del proyecto contempla la definición de la rasante de cada una de las calles previstas para la realización del pavimento. Se debieron considerar las especificaciones indicadas en la Ordenanza 8060 previamente mencionada.

- Pendiente longitudinal mínima: la pendiente mínima permisible para asegurar un adecuado drenaje es de 0,30%. En aquellos casos donde la topografía no permita alcanzar dicho valor, se aceptará un mínimo del 0,25%.
- Pendiente transversal mínima: se recomienda que no sea inferior a una pendiente de 2%.
- Ubicación de los desagües hacia la calzada de las viviendas existentes
- Compatibilidad de altura entre calles realizadas y las proyectadas
- Verificación de umbrales de viviendas

Factor Determinante del Diseño	Condicionante
Hechos Existentes Sistema de Transporte Infraestructuras de Servicio	Puntos de control primario al movimiento de vehículos, peatones y al drenaje
Topografía Clima Drenaje Hechos Existentes	Gradiente Longitudinal Macro y micro drenaje Movimiento de suelos
Movilidad de vehículos Otros modos y medios de transporte	Visibilidad para maniobras

Tabla 2 – Factores Determinantes del diseño y sus respectivos condicionantes

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, lo que se hizo para el trazado de la rasante fue tener en cuenta los puntos conocidos como Puntos de Control primario; es decir, aquellos por los cuales la rasante debe pasar, o no.

En este proyecto, son ejemplo de estos Puntos de Control Primario la existencia de las vías ya pavimentadas. Es decir que a la hora de diseñar las rasantes se partió obligadamente de las cotas de dichas calles.





Igualmente, lo recomendable al establecer la cota mínima en las viviendas es superar por lo menos 0,10 m el mínimo establecido, pudiendo ser mayores las pendientes de las veredas hasta un 10%, mejorando el drenaje.

Además, existe un límite máximo al cual debe pasar la rasante de un umbral, relacionado con que sea posible el acceso tanto de vehículos como de personas. Se establece un límite de 0,50m como cota máxima, pero no se dispone de los detalles de donde se obtuvieron los umbrales, si sobre línea municipal o línea de edificación.

Luego de cumplimentadas las condiciones con los Puntos de Control Primario, se verificó que el gradiente longitudinal de calzada y fondo de cuneta estuvieran dentro de ciertos límites.

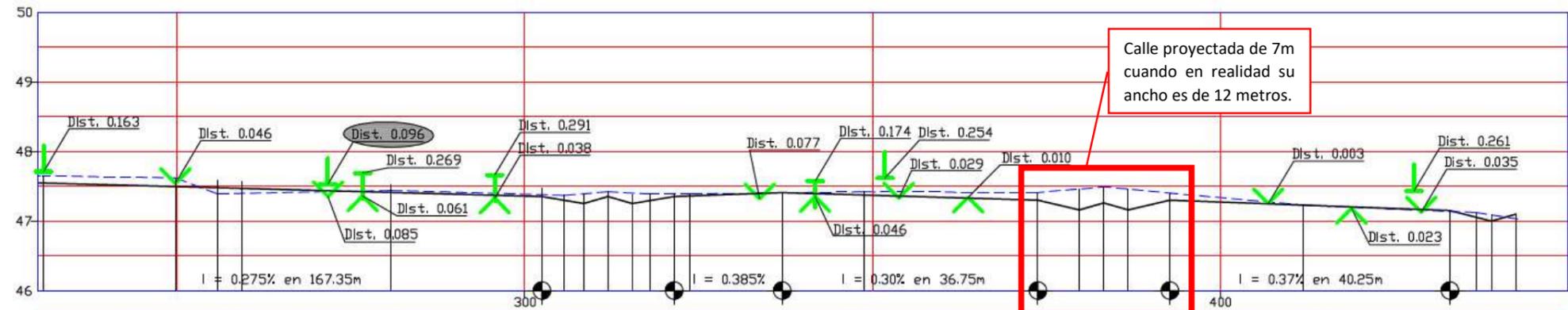
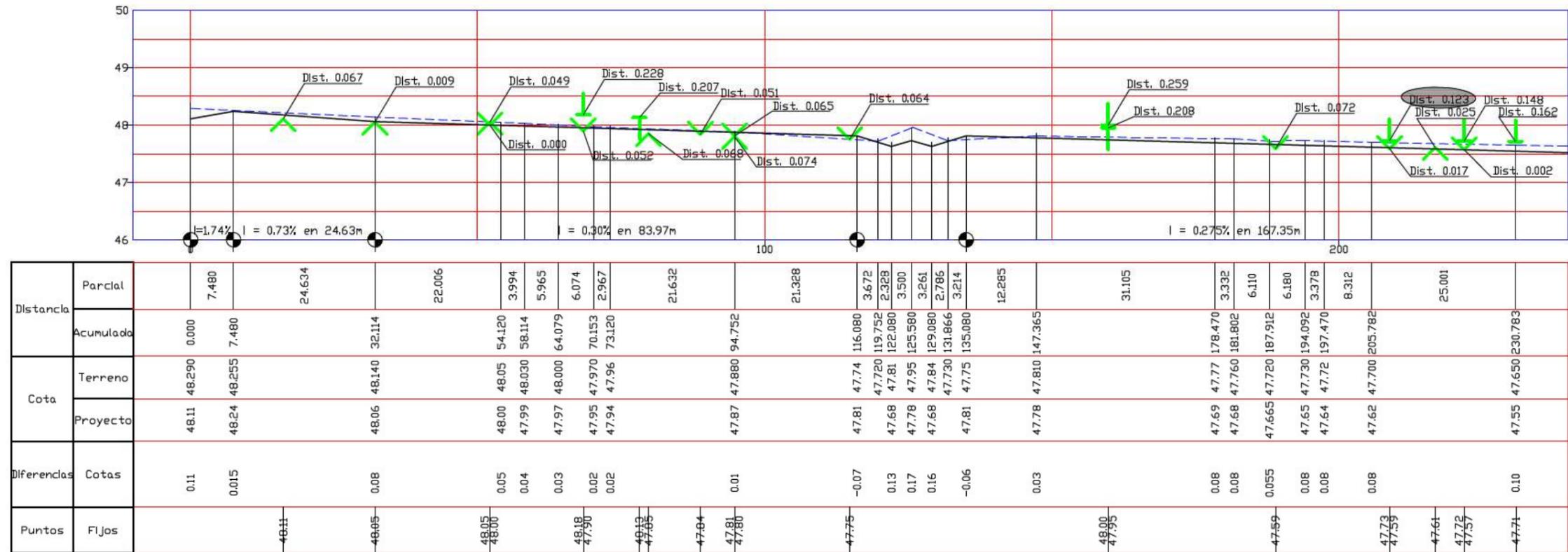
3.7. Perfil tipo

A continuación, se analizan los elementos constitutivos de los perfiles tipo.

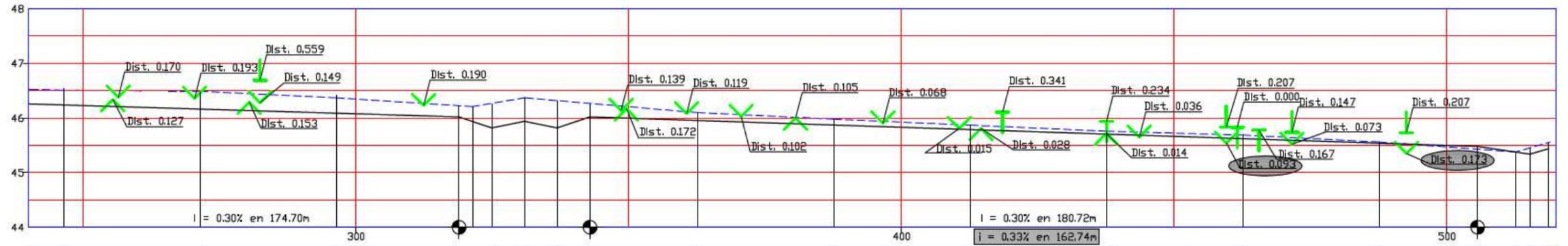
- **Calzada:** Es la zona asignada al desplazamiento de vehículos, y transitoriamente a peatones en el cruce entre veredas. El ancho asignado a la misma, está relacionado directamente con la jerarquía de la vía, velocidad y vehículo de diseño. Se adoptó un gradiente transversal de la calzada de 2,5% para garantizar el escurrimiento del agua de origen pluvial.
- **Cordones:** Las funciones previstas para los mismos, son definir y delimitar los planos destinados a la circulación vehicular, brindando seguridad a los peatones que circulan por las veredas laterales, además, formar una cuneta que permita canalizar el escurrimiento superficial de los excedentes pluviales.
- **Vereda:** Esta debe cumplir las funciones de desplazamiento peatonal exclusivo, acceso vehicular a las propiedades, lugar de espera en las esquinas, entre otras. En el diseño de las mismas deben considerarse su ancho, pendiente longitudinal y transversal. Se adoptó en todos los casos veredas de 2,50 m de ancho a ambos lados. En cuanto a la pendiente transversal se adoptó un gradiente de 2% para todos los anchos de calle de manera tal de garantizar la evacuación del agua de lluvia caída sobre la vereda hacia la calzada.

3.8 Correcciones

CALLE LOS MISTOLES



CALLE LOS MOLLES

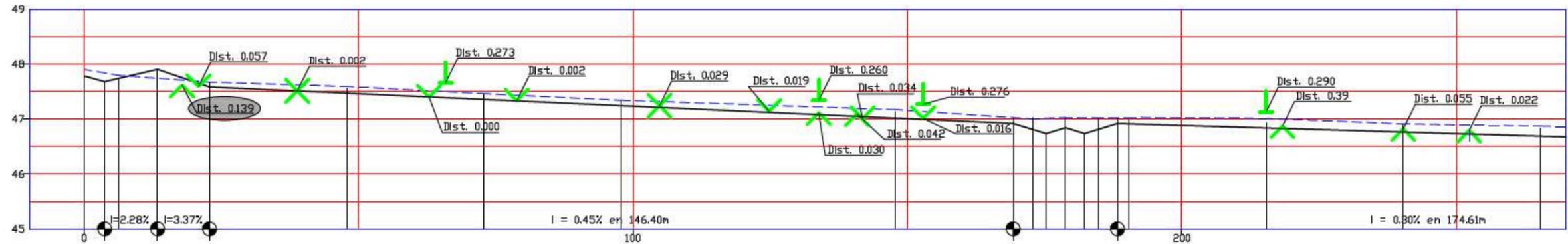


Distancia	Parcial		25.000		25.000	22.49		6.000	6.000	6.000	6.000	19.704		25.005		25.005	24.975		25.005		24.995		19.013	6.991	2.609	3.500
	Acumulada		25.000		50.000	72.49		78.49	84.49	90.49	96.49	116.194		141.199		166.199	191.174		216.179		241.174		260.169	279.160	281.769	285.269
Cota	Terreno		46.510		46.490	46.370		46.230	46.210	46.190	46.170	46.100		45.980		45.870	45.760		45.690		45.560		45.430	45.380	45.45	45.55
	Proyecto		46.24		46.19	46.09		46.02	46.02	46.02	46.02	45.95		45.87		45.79	45.71		45.62		45.54		45.48	45.34	45.45	45.55
Diferencias	Cotas		0.27		0.30	0.28		0.21	0.27	0.45	0.43	0.50		0.11		0.08	0.05		0.07		0.02		-0.05	0.11	0.11	
Puntos	Fijos		46.24		46.36	46.29		46.29	46.29	46.28	46.23	46.14		46.08		46.03	46.00		45.94		45.72		45.84	45.84	45.74	45.52



Distancia	Parcial		4.243	6.750	17.593		25.000		25.000		25.001		21.594	3.406	2.594	3.500	6.000		27.216		25.000		25.000		24.992	
	Acumulada		4.243	11.000	28.593		53.593		78.593		103.594		125.188	128.586	131.180	134.680	140.680	146.680		173.900		198.900		223.900		248.892
Cota	Terreno		47.440	47.500	47.46		47.340		47.220		47.180		47.060	46.89	46.860	46.81	46.750	46.76		46.830		46.680		46.570		46.510
	Proyecto		47.20	47.10	47.25		47.18		47.09		47.00		46.91	46.55	46.45	46.37	46.47	46.37		46.47		46.39		46.32		46.24
Diferencias	Cotas		0.24	0.40	0.21		0.16		0.13		0.18		0.150	0.34	0.41	0.44	0.28	0.39		0.36		0.29		0.25		0.27
Puntos	Fijos		47.26	47.35	47.12		47.45		47.09		47.06		47.50	46.90	46.89	46.89	46.89	46.89		46.68		46.59		46.34		46.38

CALLE LOS GUAYACANES



Distancia	Parcela																				
	Acumulado	3.700	2.669	6.981	9.501	25.001	25.000	25.001	50.000	21.398	3.602	5.926	6.083	3.389	25.000	25.000	24.998				
Cota	Terreno	47.900	47.836	47.790	47.739	47.670	47.590	47.460	47.340	47.170	47.02	47.000	47.030	47.020	47.03	47.010	46.910	46.870			
	Proyecto	47.780	47.680	47.741	47.900	47.58	47.48	47.35	47.24	47.02	46.92	46.74	46.84	46.74	46.92	46.84	46.76	46.69			
Diferencias	Cotas	0.120	0.156	0.049	-0.161	0.09	0.11	0.11	0.10	0.15	0.10	0.19	0.19	0.11	0.12	0.17	0.15	0.18			
Puntos	Fijos				47.64	47.59	47.52	47.51	47.46	47.46	47.39	47.24	47.14	47.34	47.11	47.09	47.01	47.19	46.87	46.82	46.79

3.9 Visita y Análisis del Barrio

En vista de los puntos destacados en el análisis que generaban posibles zonas problemáticas en el estudio de la rasante y en la realización del proyecto, se llegó a la conclusión de que era necesaria una visita al barrio Los Sauces para relevar nuevamente los puntos conflictivos o corroborar visualmente si existía la posibilidad de que en la medición se haya cometido al tipo de error.

La visita al barrio la realice con el ingeniero Mauro Iván Tartabini, en la misma hicimos un recorrido completo del barrio para ver el estado en el que se encontraban las calles después de un periodo de lluvias en la ciudad, y también para observar los puntos críticos más conflictivos presentes en el proyecto.

Para el análisis en primer lugar nos ubicamos en la calle “Los Molles” esquina “Los Espinillos” donde existía un punto relevado que corresponde a un umbral, según el proyecto de licitación el mismo se encontraba a una altura de 0.81cm sobre el nivel de la rasante de proyecto y ubicado sobre la Línea Municipal. Al realizar la inspección se pudo verificar que el nivel del ingreso de la vivienda podría encontrarse con esa cota en altura, pero el mismo poseía un retiro importante sobre la línea municipal, por lo que no se podía presentar ningún tipo de problema con respecto al a las pendientes necesarias a desarrollar para un fluido ingreso de un vehículo en el caso de construcción de un garaje.



Figura 21 - Calle Los Molles esq. Los Espinillos
(elab. propia)



Figura 20 – Calle Los Molles esq. Los Espinillos (elab. propia)

Sobre esa misma calle esquina “Los Paraísos” se detecto un desague pluvial de una casa ubicada a 0.17m por debajo de la rasante proyectada, se pudo observar en el sitio que se producía una acumulacion de agua justamente en ese punto, pero el mismo no se pudo corroborar si era debido al nivel del desagüe o al mal estado del cordón cuneta en la esquina y la acumulacion de suelo que se encontraba sobre el, impidiendo el libre escurrimiento del agua según lo previsto en el proyecto.



Figura 23 – Calle Los Molles (Elaboración Propia)



Figura 22 - Calle Los Molles esquina Los Paraísos (Elaboracion Propia)



Figura 24 - Calle Los Molles esquina Los Paraísos (Elaboración Propia)

Otro desague que se debió verificar como crítico fue un punto ubicado en “Los Guayacanes” esquina “Virasoro”, según proyecto estaba a 14cm por debajo de la línea de proyecto, en el sitio divisamos que el mismo poseía un caño de 50 mm de diámetro en vez de 110 como corresponde para los desagües pluviales.



Figura 25 – Los Guayacanes esquina Virasoro (Elaboración propia)

A su vez también en la visita al barrio se pudo divisar el mal estado que poseían las calles y como este contribuye a la acumulación de agua impidiendo el uso normal y funcional de los residentes.



Figura 26 – Calle Los Molles. Barrio los Sauces posterior a lluvias (Elaboración Propia)



3.10 Conclusión

Se puede mencionar que esta obra al desarrollarse sobre zonas urbanas con viviendas consolidadas, poseen cotas de umbrales y desagües pluviales determinadas, condicionando al diseño de la rasante por constituir puntos de paso que no se puede ignorar, puesto que debo garantizar, por un lado, el escurrimiento de los desagües pluviales de patio mediante conductos o albañales hacia la calzada, haciendo coincidir en lo posible el intradós inferior con el fondo de cuneta, y por otro lado, cumplir con los límites de inundación para la función básica y función complementaria de las "Normas para la presentación de Proyectos de Infraestructura Vial y de drenaje"- Dirección de Obras Viales de la Municipalidad de Córdoba.

De las correcciones observadas en el proyecto, se puede destacar que los puntos de desagües y umbrales son de un relevamiento del año 2003, y donde no se posee el detalle si se realizaron sobre línea de edificación o línea municipal, por lo que realizamos una visita al barrio y observando el lugar no es posible que los mismos se hayan obtenido sobre la Línea Municipal como se muestra en la planimetría, permitiendo que el acceso de los vehículos a las propiedades privadas no tenga inconvenientes.

A modo de conclusión puedo decir que el proyecto no presenta muchas complicaciones y fue una oportunidad para retomar el uso del programa AutoCAD CIVIL 3D, tomar conocimiento sobre el armado de un proyecto vial, aprender a tomar las consideraciones y definir criterios, trabajando y aclarando todas mis dudas con respecto al proyecto con mis compañeros de oficina, los cuales me ayudaron cada uno en su especialidad sobre cada etapa del proyecto, para lograr una mejor comprensión total del mismo.



ESTUDIO Y PROYECTO: PAVIMENTACIÓN
BARRIO "LOS SAUCES"

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

CAPITULO 4



4. ANÁLISIS HIDROLÓGICO

4.1. Introducción

Dentro de este capítulo, al no existir un análisis hidrológico sobre dicho barrio, se hizo el mismo, en el cual determino uno de los principales objetivos para la ejecución de la obra, que es la evacuación de las aguas. Dentro del mismo verifico las funciones hidrológicas básicas y complementarias con respecto a los límites de inundación.

En el mismo detalle:

- Las consideraciones que tuve en cuenta para la delimitación de las cuencas de aporte y en qué información basé mi análisis.
- Determinación de la tormenta de diseño, su duración, periodo de retorno y las formulaciones empíricas en que base mi estudio.
- El cálculo de los caudales que aporta cada cuenca al sistema, método empleado y las simplificaciones de su formulación.
- Límites de inundación y consideraciones para el trazado de rasante.

Realizando este estudio, verifico que dentro del barrio se pueda permitir el normal desenvolvimiento de la vida diaria evitando al máximo posible los daños que las aguas de lluvia puedan ocasionar a las personas y bienes, a las propiedades y al medio ambiente. De esa forma se establece un apropiado tránsito de personas y vehículos durante la ocurrencia de las precipitaciones.

Pero no solo es importante enfocarse en el dimensionado de los componentes del drenaje, sino también hay que tener en cuenta que a la hora de plantear un proyecto hay que orientarse a la elaboración de propuestas preventivas con efectos de mínimos costos e impacto ambiental.

4.2. Caracterización del drenaje urbano

Para su análisis es necesario caracterizar los subsistemas que forman parte del sistema de drenaje:

- **Macro drenaje:** Corresponde al sistema natural, comprendiendo todos los cursos de escurrimiento definidos por la topografía de la cuenca. El área de drenaje depende del tamaño de la ciudad y del relieve de la región, por lo general abarcando áreas mayores a 5 km². Una característica fundamental es que siempre existe, aun cuando no se ejecuten obras específicas. A los fines de proyecto se utilizan tiempos de recurrencia de 25, 50 o 100 años.
- **Micro drenaje:** Constituye el sistema artificial, muy importante para lluvias frecuentes (con períodos de recurrencia menores a 10 años). Comprende las obras en áreas donde el escurrimiento no se encuentra definido, o se encuentra condicionado por la ocupación del suelo. Típicamente incluye las obras de captación, las de conducción superficial y los sistemas de conducción por debajo del nivel de calle como conductos, estructuras de detención, etc. En un área urbana el subsistema de Micro drenaje típicamente incluye al trazado de las calles, los sistemas de cordón cuneta y/o alcantarillas, los sumideros o bocas de tormentas y los sistemas de conducción subterránea hasta el macro drenaje. Este subsistema debe estar proyectado para operar sin inconvenientes ante tormentas con períodos de retorno entre 2 y 25 años, dependiendo del tipo de ocupación del sector.

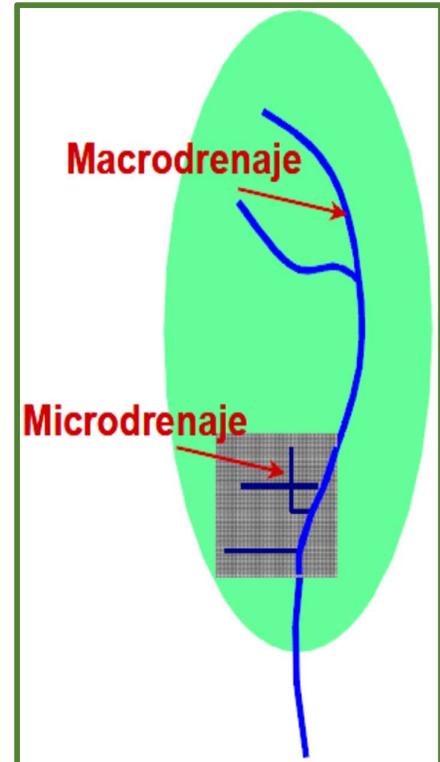


Figura 27 - Macro drenaje y Micro drenaje
(Estrategias de Diseño Bioambiental)

Al tratarse de un drenaje urbano se debe tener en cuenta el impacto que tienen las distintas modificaciones que se realizan en la zona y como estas afectan el escurrimiento:

- Impermeabilización del suelo
- Aceleración de los escurrimientos
- Construcción de obstáculos al escurrimiento
- Revestimiento de acequias, arroyos y ríos en áreas urbanas
- Contaminación de los medio receptores

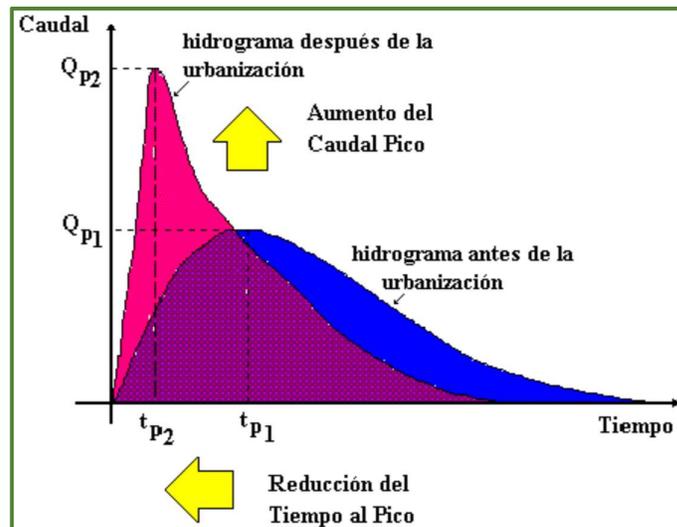


Figura 28 - Modificación de Hidrograma por Urbanización
(Gestión de las aguas pluviales en ámbitos urbanos)

Para cumplir estas metas, se pueden plantear dos tipos de medidas a adoptar:

- **Medidas preventivas:** actúan modificando directamente el espacio físico a través de obras de ingeniería, normativa, regulación de uso de suelo, de edificación, normas constructivas, educación de la ciudadanía, etc.
- **Medidas Correctivas:** son tendientes a armonizar las características naturales de la cuenca con el crecimiento de la ciudad, complementando a las preventivas.

Para cumplir con estos objetivos se debe determinar el grado de protección que define al grado de riesgo de ocurrencia de daños o molestias que se esté dispuesto a asumir. El mismo es determinado por el **periodo de retorno** seleccionado según el tipo de obra a realizar y los eventos considerados, a nivel de inundación aceptable para cada sector. En su análisis se debe tener en cuenta que al tratarse de una zona urbana se tiene que determinar el uso de suelo predominante en el lugar.



TIPO DE USO DE LA TIERRA	Tiempo de Retorno (Años)
• Zona de actividad comercial, edificios públicos y sanitarios y zona de actividad industrial	25
• Zona residencial de alta densidad (más de 150 habitantes por hectárea)	10
• Zona residencial de baja densidad (menos de 150 habitantes por hectárea)	5
• Zona recreativa de alto valor e intenso uso por el público	3
• Otras áreas recreativas y/o rurales.	2

Tabla 3 – Periodo de retorno para la función complementaria según uso de suelo para drenaje urbano
(Municipalidad de Córdoba)

TIPOLOGÍA DE LA ARTERIA	Tiempo de Retorno (Años)
• Avenidas de circulación arterial y accesos a instalaciones especiales y de seguridad	25
• Vías colectoras de la circulación local o que la alimenta	5
• Vías locales cuya importancia no traspasa la zona servida	3 a 5

Tabla 4 - Periodo de retorno para la función complementaria según tipo de vía para drenaje urbano
(Municipalidad de Córdoba)

4.3. Delimitación y Subdivisión de las Áreas de Aporte

Para el desarrollo del estudio de drenaje, se deberá establecer el área de escurrimiento superficial que aporta el emprendimiento en cuestión, indicando el sentido de las pendientes de las calles, altimetría, indicación de badenes, tipo de uso, grado de ocupación del suelo y todo elemento de interés.

En un primer análisis, se contó con una planialtimetría general acotada del proyecto, en el cual se identificaron los sentidos de escorrentía del superficial. En el mismo se observó el que el sentido de escurrimiento general, según la pendiente natural predominante del sector es de suroeste hacia noreste.

Dentro de la zona de estudio, es importante mencionar las divisorias de cuencas principales:

- Calle Virasoro
- Calle Los Espinillos
- Calle Los Chañares
- Calle Los Paraísos
- Calle Camino a Capilla de los Remedios



Figura 31 – Barrio Los Sauces – Cuencas principales y Calles Divisorias (Elaboración Propia)

A su vez, debió hacerse un análisis para ver si las cuencas previamente determinadas recibían aportes de cuencas externas. Por lo que se recurrió a las cartas topográficas IGM (instituto Geográfico Militar) para su análisis.

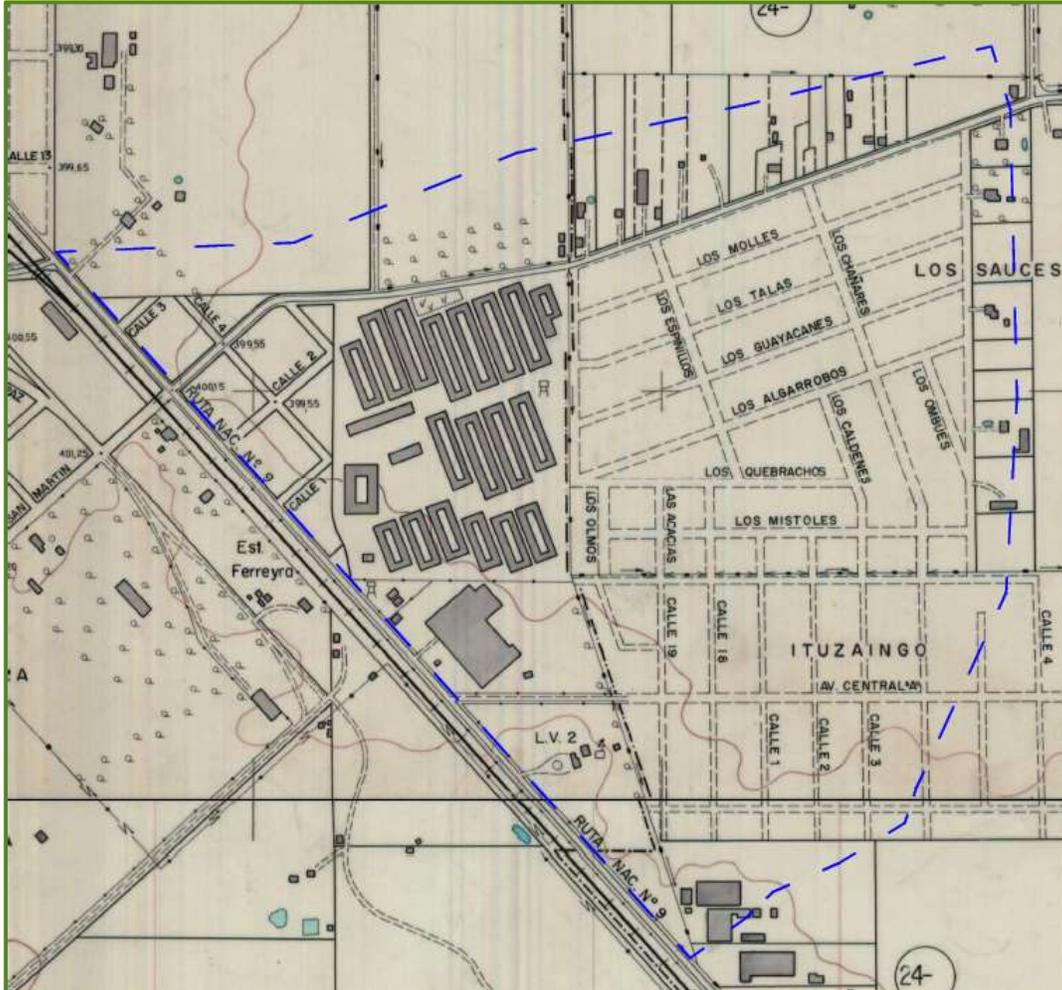


Figura 32 – Cartas IGM y delimitación de cuenca general ampliada (Elaboración Propia)

Se observó, que Los Sauces recibía también, según las curvas de nivel, el aporte de las cuencas del barrio Ituzaingó, por lo que para la realización del proyecto se debió ampliar su área de estudio.

El trazado de las cuencas se realizó teniendo en cuenta el sentido de las pendientes de las calles y, con el método de la bisección, el aporte del escurrimiento de los sectores de las manzanas, simplificando que dichas líneas divisorias son las de fondo de las parcelas. Con lo cual se determinaron tres cuencas principales y otras 4 subcuencas que se agregaron para el estudio de los tirantes normales.

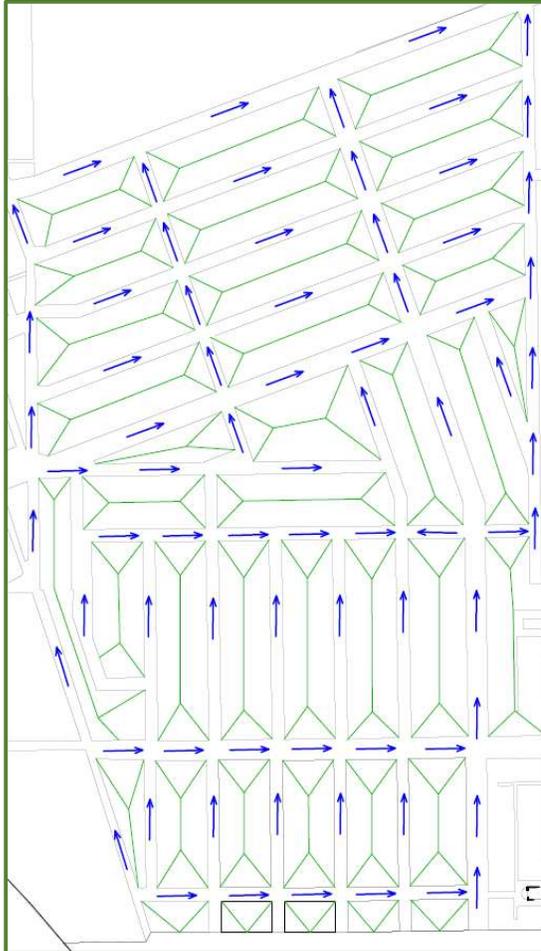


Figura 34 – Método de Bisección
(Elaboración Propia)

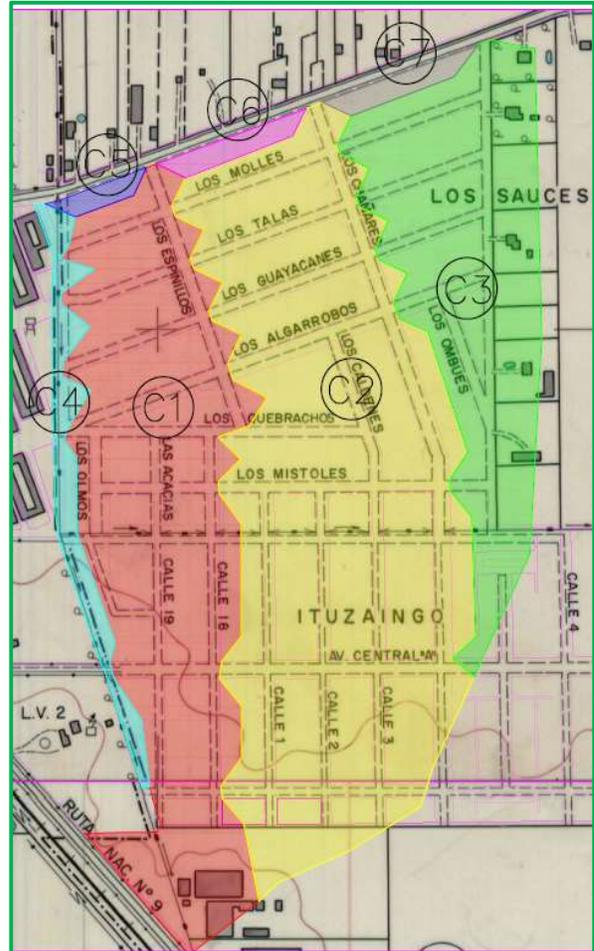


Figura 33 – Cuencas de Aporte para Estudio de Proyecto
(Elaboración propia)

4.4. Determinación de los parámetros Físicos

Las características geomorfológicas de la cuenca y de su cobertura vegetal condicionan la escorrentía que se produce sobre un terreno debido a una determinada lluvia. Estas características determinan el volumen de escurrimiento y la velocidad de respuesta.

- **Longitud del Cauce:** El cauce principal de una cuenca es la corriente que pasa por la salida de la misma. Las demás corrientes se denominan tributarias, y mientras más cantidad de estas tenga la cuenca más rápida será su respuesta.
- **Pendiente:** A mayor pendiente de la cuenca mayor rapidez en el viaje de escorrentía, de modo que los caudales pico son mayores. La infiltración tiende a ser menor. Para este trabajo se empleó el uso de una pendiente media del cauce



principal, teniendo en cuenta el desnivel entre los extremos dividido por su longitud media en planta.

- **Área:** Condiciona el volumen del escurrimiento pluvial y está definida por la superficie en proyección horizontal delimitada por la línea divisoria de aguas, siendo la línea formada por los puntos de mayor cota o nivel topográfico que separa la cuenca de las cuencas vecinas
- **Tipo de Suelo y Cobertura:** se considera mediante el uso del parámetro *C* (*Coficiente de Escorrentía*). Los valores empleados surgen de las recomendaciones de bibliografía especializada y según el Método Racional Clásico.

Según		Factor de Escorrentía	
Tipo de Edificación	Edificación densa con factores de ocupación del suelo FOS >90%; Zonas comerciales, distritos centrales, etc.	0,75 a 0,95	
	Edificación media densa con 10% < FOS < 90% a escala barrial	0,60 a 0,80	
	Edificación tipo jardín FOS < 10 %; Zona residencial discontinua, con generosos retiros en todos sus limites	0,40 a 0,65	
Uso de Suelo Urbano	Comercial, Edificación densa	0,75 a 0,90	
	Mixto, Edificación medio densa	0,60 a 0,80	
	Residencial tipo	poco densa, continua o discontinua	0,40 a 0,60
		tipo jardín	0,40
	Complejos tipo	Industrial, Institucional	0,50 a 0,90
		Recreacional, deportivo	0,20 a 0,35
	Plazas, Plazoletas	0,20 a 0,50	
	Grandes áreas parqueadas, cementerios parques	0,10 a 0,20	
Zonas de vías férreas, áreas rurales, zona de camino, etc.	0,20 a 0,40		

Tabla 5- Factor de Escorrentía según Tipo de Edificación y Uso de Suelo ("Vialidad Urbana". Alberto J. Uribarren 1999)

CUENCAS DE APORTE							
CUENCA	1	2	3	4	5	6	7
ÁREA [Ha]	11,326	18,662	8,151	1,446	0,228	0,379	0,385
C	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
LONGITUD [m]	881,22	891,86	708,35	660	121,51	180,17	187,81
DESNIVEL [m]	2,771	3,008	1,253	1,323	0,722	0,3	0,271

Tabla 6 - Características geomorfológicas de las cuencas (Elaboración propia)

4.5. Tormenta de Diseño

La tormenta de diseño es la secuencia de precipitaciones capaz de provocar la crecida de diseño en la cuenca analizada. Su determinación implica definir dos elementos fundamentales: la lámina total efectiva precipitada que contribuye a la generación de escorrentías y su distribución temporal y espacial.

Su determinación depende fundamentalmente del tipo de información con la que se cuente del área del proyecto:

- Si existen datos del caudal en la cuenca
- Si existen datos del caudal en cuencas vecinas de características similares
- Si existen datos de lluvias con los cuales puedan graficarse curvas IDF
- Si existen datos de lluvias en cuencas vecinas

La Municipalidad de Córdoba cuenta con las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia de la ciudad, que fueron elaboradas en base a datos del periodo comprendido entre 1950 y 1978. Para la utilización de las mismas, teniendo en cuenta que el estudio es con cuencas de pequeño tamaño, se considera la duración de la tormenta aproximadamente igual al tiempo de concentración. La determinación de este parámetro de la cuenca resulta de fundamental importancia, debido a que se encuentra directamente vinculado con el caudal proveniente de la tormenta que se utilizará en el proyecto.

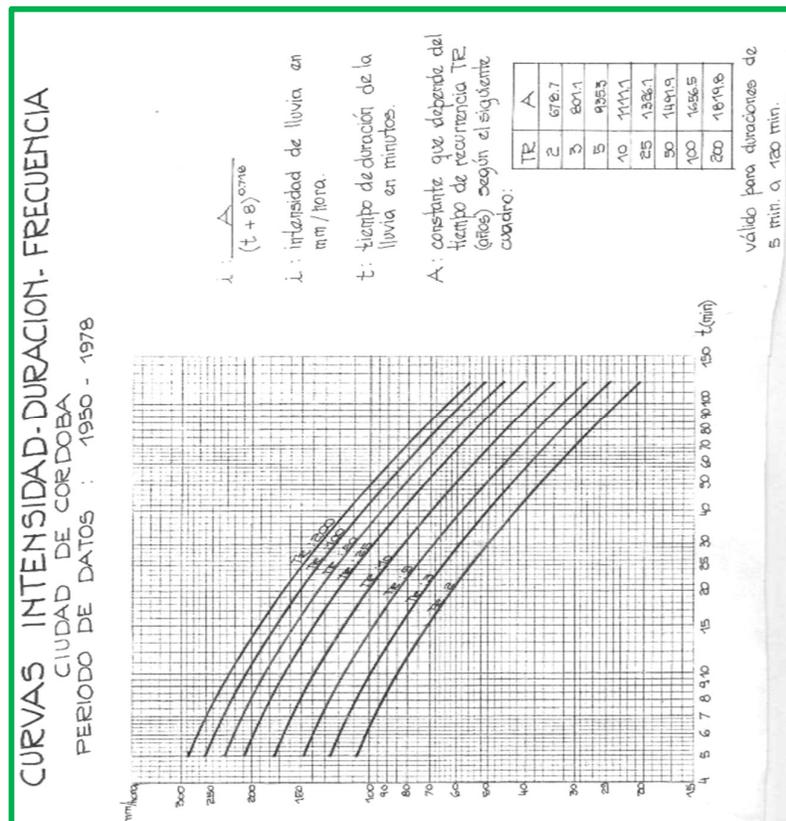


Figura 35 – Curvas IDF Ciudad de Córdoba (Municipalidad de Córdoba)



Analíticamente, la intensidad de la precipitación también puede determinarse mediante la siguiente expresión:

$$I = \frac{A}{(t + 8)^{0.718}}$$

I = Intensidad de lluvia [mm/h]

t = tiempo de duración de la lluvia [min]

A : Constante en función del Tiempo de Retorno [Años]

TR	A
2	678,7
3	801,1
5	935,3
10	1111,1
25	1326,1
50	1491,9
100	1656,5
200	1819,8

INTENSIDADES DE PRECIPITACIÓN [mm/h]				
d [min]	TR [Años]			
	5	10	25	100
10	117,4	139,5	166,5	207,9
20	85,5	101,6	121,2	151,4
30	68,7	81,6	97,3	121,6
40	58,1	69,0	82,3	102,8
50	50,7	60,2	71,9	89,8
60	45,2	53,7	64,1	80,1

Tabla 7 – Intensidades de Precipitación
Según Curvas IDF de la Ciudad de Córdoba 1950-1978 (Elaboración propia)

4.6. Duración

Al tratarse de un proyecto urbano la duración de la tormenta de diseño se adopta igual o levemente superior al tiempo de concentración de la cuenca. Este criterio permite que el caudal máximo se origine por la contribución de toda el área de aporte.

El tiempo de concentración se define como el máximo tiempo de traslado que una gota de lluvia efectiva necesita para poder alcanzar la sección de salida de la cuenca.

Para su estimación en este trabajo se utilizó la **expresión de Kirpich**, la cual está basada en las características físicas de las cuencas.

$$tc = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

tc : tiempo de concentración de la cuenca [min]

L : longitud del recorrido más largo de una gota de lluvia en la cuenca [mts]

H : Desnivel entre los puntos que definen "L" [mts]

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN - Fórmula de Kirpich							
CUENCA	1	2	3	4	5	6	7
TC [min]	33,20	32,62	35,02	31,61	5,65	12,49	13,63

Tabla 8 – Tiempos de concentración de las Cuencas (Elaboración propia)



4.7. Periodo de Recurrencia

El periodo de retorno o recurrencia, se define como el intervalo de recurrencia (T), al lapso promedio en años entre la ocurrencia- de un evento igual o mayor a una magnitud dada, es decir es el tiempo promedio durante el cual se espera que la magnitud analizada sea igualada o superada, al menos una vez.

Según las “Normas para la Presentación de Proyectos de Infraestructura Vial y Drenaje” de la Municipalidad de Córdoba, teniendo en cuenta el tipo de uso de suelo y el tipo de vías existentes en la urbanización proyectada, se seleccionará el periodo de recurrencia más adecuado para el dimensionamiento y verificación del drenaje (función complementaria y básica)

- **Función Básica:** Evitar al máximo posible los daños que las aguas de lluvias puedan ocasionar a las personas y a las propiedades en el medio urbano. Esta se verifica para un período de recurrencia de **100 años**, tomando como nivel máximo de inundación 50 cm. sobre el fondo de cuneta o badén.
- **Función Complementaria:** Garantizar el normal desenvolvimiento de la vida diaria en las poblaciones, permitiendo un apropiado tráfico de personas y vehículos durante la ocurrencia de precipitaciones. Para una zona residencial poco densa, como en este proyecto, se verifica para un período de recurrencia de **5 años** y el máximo nivel de inundación permitido es la altura del cordón, debiendo quedar un carril libre para la circulación en caso de tratarse de una colectora.

4.8. Calculo de Caudales

En este proyecto al tratarse de cuencas pequeñas, menores de 25 km², se utilizó el **Método Racional Clásico** para la determinación de los caudales ya que supone que el escurrimiento máximo proveniente de una tormenta es proporcional a la lluvia caída.

$$Q = \frac{C i A}{360}$$

Q: Caudal [m³/seg]

C: Coeficiente de escorrentía de la cuenca

A: Área de aporte [Ha]

I: Intensidad de la lluvia de diseño [mm/h]



Entre las limitaciones destacadas por algunos autores acerca del Método Racional se pueden referir:

- Proporciona solamente un caudal pico, no el hidrograma de creciente para el diseño.
- Supone que la lluvia es uniforme en el tiempo (intensidad constante) lo cual es sólo cierto cuando la duración de la lluvia es muy corta.
- El Método Racional también supone que la lluvia es uniforme en toda el área de la cuenca en estudio, lo cual es parcialmente válido si la extensión de ésta es muy pequeña.
- Asume que la escorrentía es directamente proporcional a la precipitación (si duplica la precipitación, la escorrentía se duplica también). En la realidad, esto no es cierto, pues la escorrentía depende también de muchos otros factores, tales como precipitaciones antecedentes, condiciones de humedad antecedente del suelo, etc.
- Ignora los efectos de almacenamiento o retención temporal del agua escurrida en la superficie, cauces, conductos y otros elementos (naturales y artificiales).
- Asume que el período de retorno de la precipitación y el de la escorrentía son los mismos, lo que sería cierto en áreas impermeables, en donde las condiciones de humedad antecedente del suelo no influyen de forma significativa en la Escorrentía Superficial.
- Pese a estas limitaciones, el Método Racional se usa prácticamente en todos los proyectos de drenaje vial, urbano o agrícola, siempre teniendo en cuenta que producirá resultados aceptables en áreas pequeñas y con alto porcentaje de impermeabilidad, por ello es recomendable que su uso se limite a Cuencas con extensiones inferiores a las 200 Ha.



CAUDALES Q [m3/seg] - Cuencas								
TR [Años]	d [min]	1	2	3	4	5	6	7
5	10	1,85	3,04	1,33	0,24	0,04	0,06	0,06
	20	1,34	2,22	0,97	0,17	0,03	0,04	0,05
	30	1,08	1,78	0,78	0,14	0,02	0,04	0,04
	40	0,91	1,50	0,66	0,12	0,02	0,03	0,03
	50	0,80	1,31	0,57	0,10	0,02	0,03	0,03
	60	0,71	1,17	0,51	0,09	0,01	0,02	0,02
10	10	2,19	3,61	1,58	0,28	0,04	0,07	0,07
	20	1,60	2,63	1,15	0,20	0,03	0,05	0,05
	30	1,28	2,11	0,92	0,16	0,03	0,04	0,04
	40	1,08	1,79	0,78	0,14	0,02	0,04	0,04
	50	0,95	1,56	0,68	0,12	0,02	0,03	0,03
	60	0,84	1,39	0,61	0,11	0,02	0,03	0,03
25	10	2,62	4,31	1,88	0,33	0,05	0,09	0,09
	20	1,91	3,14	1,37	0,24	0,04	0,06	0,06
	30	1,53	2,52	1,10	0,20	0,03	0,05	0,05
	40	1,29	2,13	0,93	0,17	0,03	0,04	0,04
	50	1,13	1,86	0,81	0,14	0,02	0,04	0,04
	60	1,01	1,66	0,73	0,13	0,02	0,03	0,03
100	10	3,27	5,39	2,35	0,42	0,07	0,11	0,11
	20	2,38	3,92	1,71	0,30	0,05	0,08	0,08
	30	1,91	3,15	1,38	0,24	0,04	0,06	0,07
	40	1,62	2,66	1,16	0,21	0,03	0,05	0,06
	50	1,41	2,33	1,02	0,18	0,03	0,05	0,05
	60	1,26	2,08	0,91	0,16	0,03	0,04	0,04

Tabla 9 – Caudales de las cuencas según TR, Duración de la lluvia y cuenca de aporte (Elaboración propia)

Se adoptaron los siguientes Tiempos de Concentración:

TC (min)	Q [m3/seg]						
	30	30	30	30	10	10	10
Cuenca	1	2	3	4	5	6	7
TR 5 Años	1,08	1,78	0,78	0,14	0,04	0,06	0,06
TR 100 Años	1,91	3,15	1,38	0,24	0,07	0,11	0,11

Tabla 10 – Resumen de los caudales obtenidos para cada cuenca con Tiempo de Concentración (Elaboración Propia)

4.9. Verificación del Nivel de Inundabilidad

Los niveles de inundabilidad son las alturas máximas de agua aceptables en los diferentes sitios de la ciudad. Están asociadas al cumplimiento de exigencias preestablecidas, que son las *funciones básica y complementaria*.

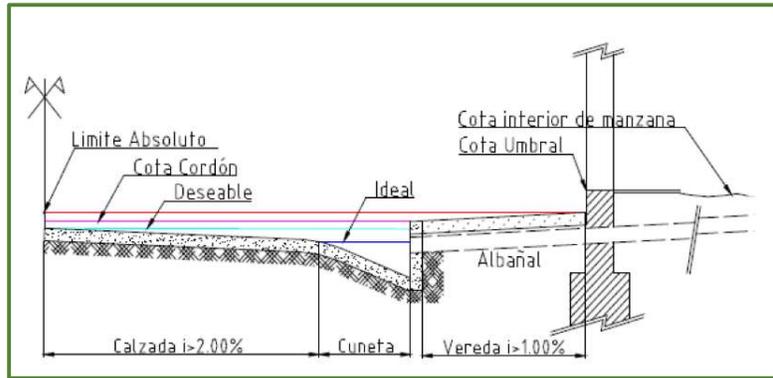


Figura 36 – Niveles de Inundabilidad
("Vialidad Urbana". Alberto J. Uribarren. 1999)

- **Nivel de inundabilidad ideal:** correspondiente a una ocupación de no más de 0,80 a 1,00 m del ancho de la cuneta; de manera que asegure el tránsito vehicular sin restricciones, y el cruce de las bocacalles por parte de los peatones.
- **Nivel de inundabilidad deseable:** Posibilita la circulación vehicular con restricciones por el centro de la calzada, y la imposibilidad (transitoria) del cruce de peatones. Se mide entre el nivel anterior y la flecha máxima de la calzada (no se superponen los caudales de ambas cunetas). Se acepta que suceda una vez entre 6 meses a 1 año.
- **Nivel de inundabilidad de cota de cordón:** nivel superior del cordón, que asegura la ausencia de agua en la vereda. Se restringe más la circulación de vehículos por la calzada hasta el límite de que no debería haber tránsito vehicular ni cruce de peatones. Puede aceptarse un evento de este nivel una o dos veces cada 5 años.
- **Nivel de inundabilidad límite absoluto:** máxima cota absoluta admisible, en función de los umbrales de acceso a las propiedades (peatonal y vehicular).

Clasificación de las Calles	Límites De Inundación Para FUNCIÓN COMPLEMENTARIA Límites Admisibles
Locales	No sobrepasar la altura del cordón aun cuando se pueda alcanzar el coronamiento
Colectoras	No sobrepasar la altura del cordón debiendo quedar al menos un carril libre de agua
Arteriales	No sobrepasar la altura del cordón debiendo quedar al menos un carril libre de agua en cada sentido de circulación

Tabla 11 – Límites de inundación para Función Complementaria
("Normas para la Presentación de Proyectos de Infraestructura Vial y de Drenaje"
Dirección de Obras Viales. Municipalidad de Córdoba)

Clasificación de las Calles	Límites De Inundación Para FUNCIÓN BÁSICA Limites Admisibles
Locales, Colectoras y Arteriales	Viviendas residenciales, edificios públicos, industriales y comerciales no deben ser inundados. La altura máxima de inundación admisible es el nivel de paso de los edificios, jardines, playas y toda zona fuera de los edificios que no esté protegida. La altura de agua sobre el fondo de la cuneta o badén no debe sobrepasar los 0,50 m. Para el caso de las arteriales la altura del agua sobre el coronamiento no superará los 0,15 m.

Tabla 12 - Límites de inundación para Función Básica.
("Normas para la Presentación de Proyectos de Infraestructura Vial y de Drenaje"
Dirección de Obras Viales. Municipalidad de Córdoba)

Para el análisis de los niveles de inundabilidad de las calles, se tomaron los distintos puntos de control a las salidas de cada cuenca y a su vez, al evacuar todo el caudal hacia la calle Capilla de los Remedios, haremos el estudio de los tirantes normales acumulados sobre la misma, a medida que las distintas cuencas van descargando sobre dicha calle.

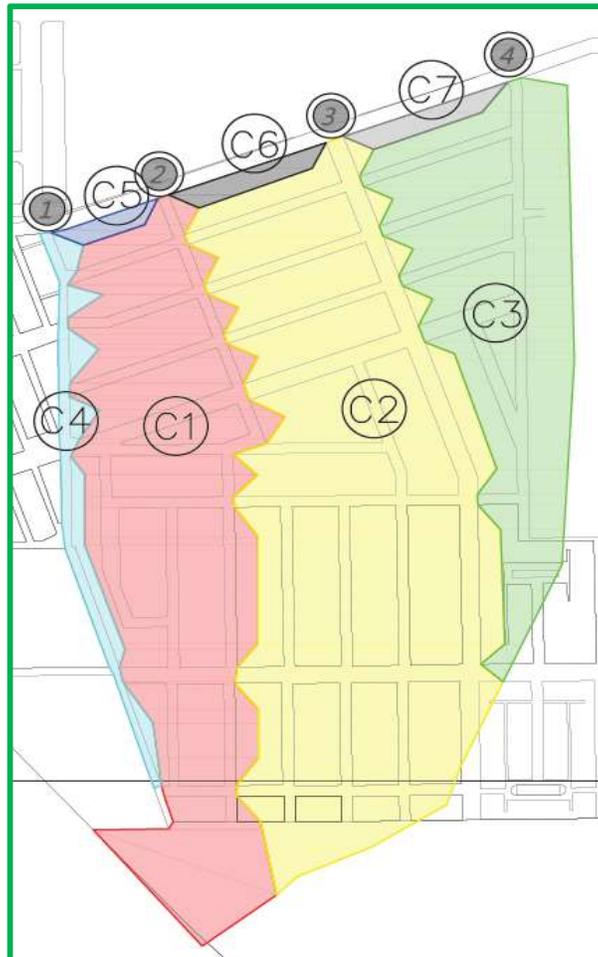


Figura 37 – Puntos de control a la salida de cada cuenca (Elaboración propia)



Para estimar el nivel de inundación que se puede presentar se pueden considerar a las calzadas como canales a cielo abierto. Para el cálculo, por ejemplo, puede utilizarse la ecuación de Manning para canales en régimen permanente, asumiendo el valor del coeficiente de rugosidad ($n=0.015$ para calzadas y $n=0.020$ para veredas), considerando las pendientes medias de las calzadas y las secciones tipo de las mismas.

La **expresión de Manning** es



$$Q = \frac{A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Q: caudal [m³/seg]

A: área [m²]

R: radio hidráulico (igual a la relación A/P) [m]

P: perímetro mojado [m]

S: Pendiente longitudinal [m/m]

n: coeficiente de rugosidad de Manning

Al realizar este análisis tomaremos los últimos tramos de las cuencas para determinar sus longitudes y pendientes y serán estos datos los que se introducirán para la determinación del pelo de agua.

Para agilizar el cálculo del mismo, se utilizó el programa Haestad FlowMaster, el cual, en su programación, incluye la ecuación de Manning, dentro de otro tipo de formulaciones (Darcy-Weisbach, Hazen-Williams y Kutter's). Al comenzar a diseñar nuestro canal abierto, se debe ingresar la geometría del canal, introduciendo las coordenadas de los puntos extremos de las líneas que forman dicho canal. Luego se debe ingresar los coeficientes de rugosidad de Manning correspondientes a cada línea de la geometría.

En este caso se proyectó una calzada de 12m compuesta por 2.5 metros de vereda con una pendiente del 2.8% y un coeficiente de rugosidad de 0.020 y un ancho de calle de 7 metros con un coeficiente de rugosidad de 0.015, el cual se puede apreciar en la siguiente figura.

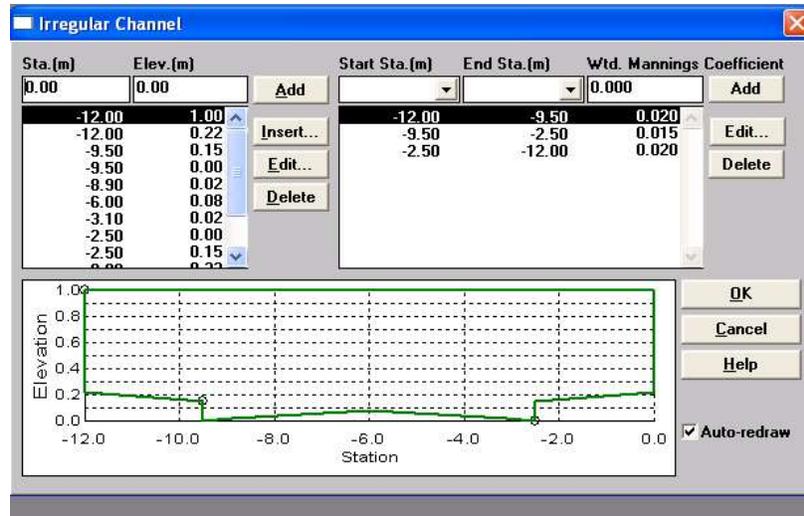


Figura 38 – Programa Haestad FlowMaster – Geometría del canal (Elaboración propia)

A continuación, se estableció en el programa la variable a resolver, en este proyecto el **tirante normal** en el punto final década tramo en estudio. Para ello se determinaron las longitudes de dichos tramos, considerando la última cuadra y determinando también la pendiente del mismo.

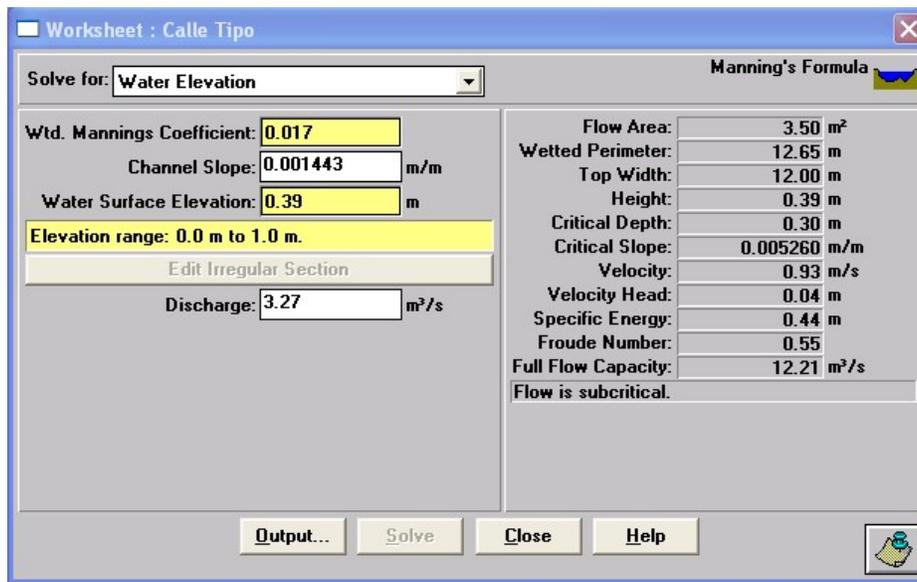


Figura 39 – Ingreso de datos en programa Haestad Flow Master (Elaboración propia)

A modo de resumen, en las siguientes tablas mostramos los datos ingresados para calcular los tirantes normales (Water Surface Elevation) a la salida de cada cuenca y posteriormente los datos que se ingresaron para los caudales acumulados sobre la calle Capilla de los Remedios.



INGRESO DE DATOS EN HAESTAD-FLOWMASTER (Salidas de cuenca 4-1-2-3)								
Tiempo de Retorno 5 Años				Tiempo de Retorno 100 Años				
	1	2	3	4	1	2	3	4
Q	0,14	1,08	1,78	0,78	0,24	1,91	3,15	1,38
i	0,009374	0,002604	0,003437	0,002309	0,009374	0,002604	0,003437	0,002309
TN	0,07	0,23	0,26	0,20	0,09	0,28	0,32	0,25

Tabla 13 - Datos ingresados a HFM y solución del Tirante Normal para cada cuenca.
(Elaboración Propia)

INGRESO DE DATOS EN HAESTAD-FLOWMASTER (Sobre Camino a Capilla de los Remedios)								
Tiempo de Retorno 5 Años				Tiempo de Retorno 100 Años				
	1	2	3	4	1	2	3	4
Q	0,14	1,26	3,10	3,94	0,24	2,22	5,48	6,97
i	0,009374	0,005942	0,001665	0,001443	0,009374	0,005942	0,001665	0,001443
TN	0,07	0,20	0,37	0,43	0,09	0,25	0,49	0,57

Tabla 14 - Datos ingresados a HFM y solución del Tirante Normal sobre Camino a Capilla de los Remedios
(Elaboración Propia)

En las tablas siguientes se resumen los resultados obtenidos del nivel de agua, generados por los caudales previamente calculados para recurrencias de 5 y 100 años y una duración de lluvia de 40 minutos.

En este resumen, se encuentran remarcados los valores límites de los niveles de inundación que se debieran cumplir, y si los mismos cumplen o no con las especificaciones establecidas en la normativa.

Análisis de Cuencas 4 - 1 - 2 - 3 en los puntos de control								
TR	Puntos de Control Q[m3/seg]				Tirante Normal			
	1	2	3	4	1	2	3	4
5	0,14	1.08	1,78	0,78	0,07	0,21	0,24	0,18
	Y<0,15m				Verifica	No Verifica	No Verifica	No Verifica
100	0,24	1,91	3.15	1,38	0,08	0,26	0,30	0,24
	Y<0,50m				Verifica	Verifica	Verifica	Verifica

Tabla 15 – Datos de Tirante Normal obtenidos del H-FM para salidas en cuencas 4, 1, 2 y 3 (Elaboración Propia)

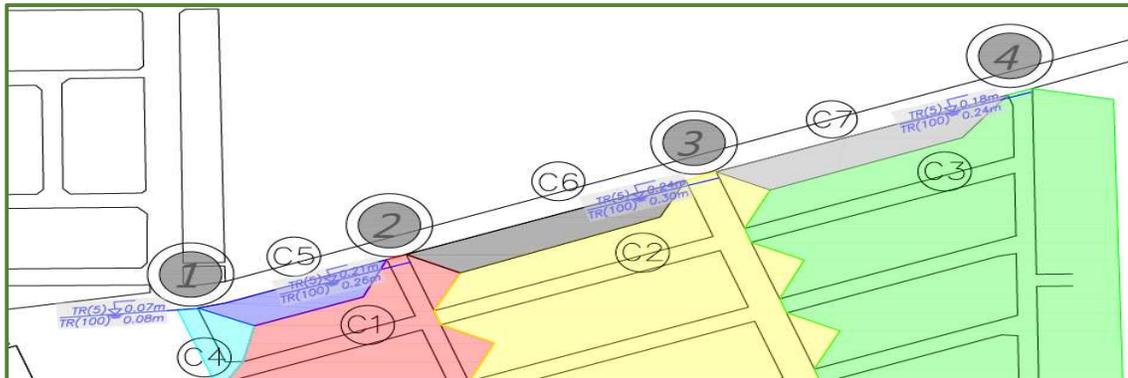


Figura 40 – Tirante Normal para salidas en cuencas 4, 1, 2, y 3 para TR de 5 y 100 años (Elaboración propia)

Análisis de Cuencas con aporte total en los puntos de control								
TR	Puntos de Control Q[m3/seg]				Tirante Normal			
	1	2	3	4	1	2	3	4
5	0,14	1,26	3,10	3,94	0,07	0,18	0,34	0,39
	Y<0,15m				Verifica	No Verifica	No Verifica	No Verifica
100	0,24	2,22	5,48	6,97	0,08	0,24	0,45	0,52
	Y<0,50m				Verifica	Verifica	Verifica	No Verifica

Tabla 16 – Datos de Tirante Normal obtenidos del H-FM sobre calle Capilla de los Remedios (Elaboración propia)

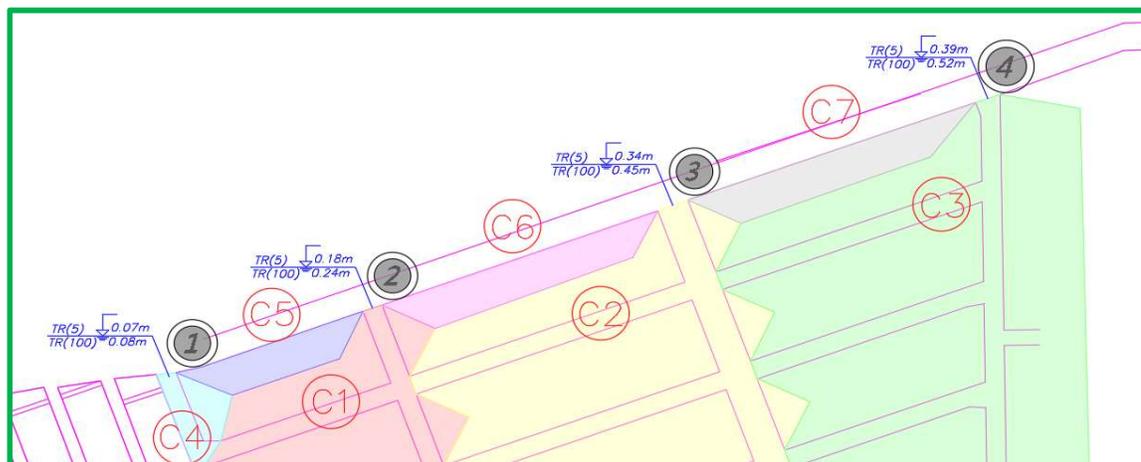


Figura 41 - Tirante Normal para Calle Camino a Capilla de los Remedios para TR de 5 y 100 años (Elaboración propia)



4.10. Conclusión

Como conclusión puedo decir que tanto el análisis de las cuencas individualmente y en su conjunto sobre la calle Capilla de los Remedios, para una tormenta de recurrencia de 5 años, el nivel de inundación sobrepasa el nivel de cordón (0.15m), estableciendo que los mismos no verifican la función complementaria.

Pero para una tormenta de con una recurrencia de 100 años, ambos estudios verifican la función básica, presentando niveles de inundación menores a los 50 cm sobre el fondo de cuneta, a excepción del último punto ubicado en “Camino a Capilla de los Remedios” esquina “Los Paraísos”.

Teniendo en cuenta los resultados que obtuve según el método Racional Generalizado, puedo decir de que los tirantes normales no verifican los niveles de inundabilidad requeridos para un normal desenvolvimiento de la vida diaria, entonces en conjunto con el Ing. Tartabini analizamos una posible solución, en la que se observó que no existe un sistema de infraestructura de desagües para evacuar los caudales aportados por las cuencas de los barrios analizados, por lo que recomiendo acompañar a esta obra de pavimentación con una obra de drenaje que permita disminuir dichos niveles.



ESTUDIO Y PROYECTO: PAVIMENTACIÓN BARRIO "LOS SAUCES"

CONTROLES DE CALIDAD

CAPITULO 5



5. CONTROLES DE CALIDAD

5.1. Introducción.

Dentro del marco de este capítulo, puedo mencionar mi colaboración en la realización de los ensayos en el Laboratorio Vial de la Dirección de Obras Viales de la Municipalidad de Córdoba. Los cuales se efectuaron para diferentes obras de la Provincia de Córdoba, no siendo así los mismos para el barrio en estudio, debido a que su licitación no fue publicada.

Se realiza un análisis de los materiales con los que se debería de realizar dicha obra y los correspondientes controles de calidad y ensayos que se deberían hacer sobre los mismos para cumplir lo requerido en las especificaciones técnicas del pliego licitatorio, como así también mi criterio sobre los ensayos realizados, lo que aprendí a lo largo de mi practica supervisada y la comparación de lo aprendido en forma teórica con lo que pude ver en cuanto a la práctica laboral.

Para cada obra se confecciona un pliego particular de especificaciones técnicas, el cual se debe cumplir en primer lugar, entre otras especificaciones que puedan presentarse. Seguido a este, en orden de cumplimiento, se encuentra el pliego general de especificaciones técnicas, que es establecido por cada institución para abarcar sus posibles ítems de trabajo. Entonces se tiene el pliego general de especificaciones técnicas de la Dirección Provincial de Vialidad y además el pliego general de especificaciones técnicas de la Dirección Nacional de Vialidad.



5.2. Controles de Obra

A cada obra pública que fue licitada se le asigna un inspector el cual es el encargado de que se cumplan las especificaciones técnicas que se encuentran en el pliego.

Control interno: se realiza por parte de la empresa encargada de la realización de los trabajos de obra, el mismo se basa en la comparación de lo que sucede realmente, con lo previsto en los diferentes aspectos de la ejecución. Las ventajas que posee el mismo pueden ser desde conocer los costos reales de cada obra por rubro y su desfasaje frente a los propuestos, mejorar la posibilidad de tomar decisiones correctivas a tiempo en función de desfasaje detectado, como también optimizar la gestión de compras y mejorar la eficiencia de asignación de mano de obra.

Con los datos obtenidos de los controles permanentes realizados en los diferentes rubros, se realizan informes de seguimiento y análisis sobre tiempos, costos previstos y rendimientos para ir tomando sobre la marcha las decisiones necesarias para mantener en el mínimo valor posible la diferencia entre lo previsto y lo real.

Control Externo: Consiste en el respeto de las condiciones y plazos, calidad de los materiales, procesos de ejecución y el respeto por las leyes y reglamentos vigentes relativos a la ejecución de trabajos, medidas de seguridad e higiene. Los encargados de realizar este tipo de control son los Inspectores por parte del comitente, cuidando sus intereses.

Dentro de la inspección existen diferentes **funciones** que la misma debe ejecutar para lograr un control general del desarrollo de las diferentes actividades que conforman la obra.

- **Técnica:** Es la verificación de que la obra se ajusta a las normas generales y particulares, especificaciones, planos de construcción y, en general, a la buena práctica de la ingeniería.

Se persigue:

- Supervisar en forma continua y permanente el trabajo del contratista
- Estudiar los planos y especificaciones de las obras y ante cualquier modificación comunicar y solicitar autorización
- Fiscalizar y solicitar la ejecución de ensayos y pruebas de control de calidad según criterio.
- Medir y computar las tareas realizadas por la contratista



- **Económica - Administrativa – Legal:** Es el mantenimiento del control del costo de la obra, así como el conocimiento del contrato en todos sus aspectos que terminan en la elaboración, revisión y tramitación de toda la documentación pertinente.

Se persigue:

- Mantener registros contables actualizados
 - Evaluar las obras ejecutadas por la contratista y convalidar las valuaciones presentadas, si están de acuerdo con lo establecido en el contrato, especificaciones y mediciones de campo de las partidas ejecutadas.
 - Hacer provisiones en cuanto a variaciones en los contratos, obras extras, elaboración de nuevas contrataciones y todo aquello que permita a la obra desarrollarse administrativamente sin inconvenientes.
 - Revisar, realizar y tramitar las actas, presupuestos, valuaciones, prórrogas y toda la documentación derivada de la ejecución e inspección de la obra, incluyendo las observaciones y solicitudes que formule la empresa contratista.
 - Abrir simultáneamente a la firma del acta de inicio, el diario de obra y anotar en éste todas las observaciones y aspectos resaltantes que ocurren durante el desarrollo de las tareas.
- **Informativa:** Es la producción, tramitación, registro y conservación de la documentación necesaria, para que los órganos de dirección conozcan el desarrollo, progreso y particularidades de la obra.

Se persigue:

- Llevar informes periódicos del progreso y calidad de la obra, controlar los aspectos que resalten ocurridos en el periodo evaluado.
 - Informarse y atender a las relaciones que deban mantenerse por razones de la obra con autoridades de entes públicos o privados.
 - Recibir en la obra a visitantes autorizados e informarles sobre el desarrollo de los trabajos.
- **De Coordinación:** Es la organización, regularización y organización lógica de las actividades de los diferentes entes involucrados en la realización de la obra.

Se persigue:

- Determinación del alcance de las responsabilidades del personal subalterno. Dirigir, coordinar y supervisar sus relaciones con la empresa contratista o con otras entidades que estén relacionadas con la obra.
- Coordinar las actividades cuando haya varios contratos o frentes en una misma obra.



- **Control y Evaluación del Proceso:** Consiste en el estudio crítico mediante el cual se analizan y actualizan eficazmente la planificación y programación de la obra. De ésta surgen las conclusiones tendientes a minimizar los puntos de posibles atrasos.

Se persigue:

- Analizar conjuntamente con la empresa contratista los programas de trabajo.
- Colaborar con el contratista para mantener al día la información gráfica y escrita necesaria del avance de obra y tramitar cualquier información que sea requerida por los órganos de dirección y centros de control cuando éstos existan.

- **Social:** Es aquella mediante la cual todos los integrantes deben convertirse en guías y amigos de la comunidad donde actúan, razonables portavoces, cruzados en la defensa del medioambiente y los recursos naturales y dotados de nacionalismo y civismo.

Se persigue:

- Buscar equilibrio entre el medioambiente natural y la ejecución de la obra.
- Controlar la incidencia de las obras en el medio ambiente.
- Crear conciencia conservacionista entre el personal de la inspección y empresas constructoras.
- Evitar, en lo posible, que terceros sean afectados o sufran daños en sus propiedades como consecuencia de la ejecución de las obras.
- Velar porque los acuerdos entre el organismo ejecutor y terceros sean respetados.
- Notificar a los organismos competentes en aquellos casos en que deban producirse interrupciones de servicios públicos y establecer acuerdos con las autoridades respectivas a fin de tratar que las molestias sean mínimas y que se coloquen los señalamientos necesarios.
- Velar porque la empresa contratista y su personal cumplan rigurosamente con las normas de higiene y seguridad industrial en el trabajo, tanto para los trabajadores como para terceros.

5.3. Descripción del Estado General del Barrio

Como se puede apreciar en las siguientes imágenes, las calles de dicho barrio en su mayoría son de tierra, y algunas presentan cordón cuneta de hormigón realizado previamente.



Figura 43 – Calle Los Mistoles



Figura 42 – Calle Los Guayacanes



Figura 44 – Calle Los Guayacanes (Relevamiento Topográfico – Municipalidad de Córdoba)

5.4. Paquete Estructural

Para el dimensionado estructural, las solicitaciones que se tienen en cuenta son principalmente las cargas dinámicas que son aplicadas por los vehículos sobre la superficie de la calzada. Es por ello que para su cálculo se analiza el tránsito que utilizará dicha vía, sus características y la proyección a futuro de su demanda, para determinar cuáles serán los requerimientos estructurales para el dimensionamiento de dicho pavimento.

A su vez también, otros de los factores a tener en cuenta en el diseño son el clima, las condiciones del suelo y la serviciabilidad que se pretende otorgar a lo largo del tiempo.

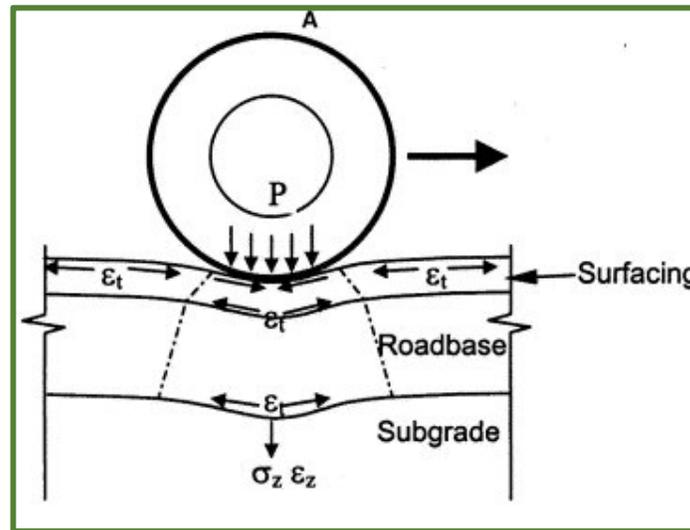


Figura 45 – Perfil Transversal con aplicación de Cargas Dinámicas

De manera de obtener una óptima calidad de servicio a los usuarios, sobre los materiales y las diferentes etapas de la obra, se realiza un control de calidad, en el que se pretende obtener las propiedades esperadas y requeridas en cada ítem de la construcción. Este control se evidencia a través de ensayos que se llevan a cabo en obra o en laboratorio, donde se obtienen parámetros que, según las especificaciones establecidas, se concluye si un material es apto para su uso o si una capa del paquete estructural cumple con las condiciones constructivas establecidas.

Los criterios para llevar a cabo esta metodología son, por un lado, tener en cuenta la magnitud de este tipo de obras, a través de los montos en dinero que manejan y la cantidad de material que implican. Por otro lado, una vez obtenido el resultado final, el control de calidad permite detectar la causa de diferentes fallas o trabajos realizados en forma correcta.

Un pavimento para cumplir adecuadamente sus funciones, debe reunir los siguientes requisitos:

- Ser resistente a la acción de cargas impuestas por el tránsito.
- Ser resistente ante los agentes del intemperismo.
- Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.
- Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinalmente, que permitan una adecuada comodidad a los usuarios.
- Debe ser durable.
- Debe ser económico.

Todos los materiales que se empleen en la ejecución de la presente obra serán de **primera calidad** y estarán sujetos a la aprobación de la Inspección.

El contratista será responsable de que se mantengan las características de las muestras aprobadas y proveerá la cantidad que sea necesaria para la realización de los ensayos de vigilancia tantas veces como la Inspección lo crea conveniente.

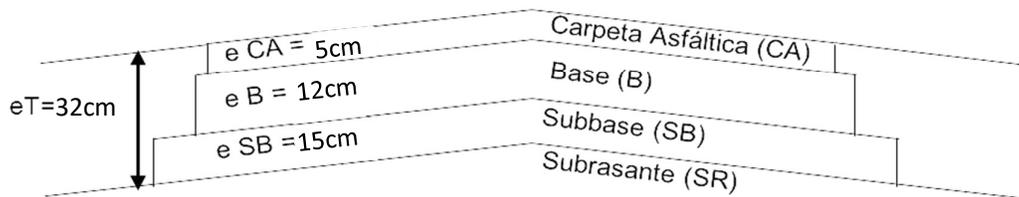


Figura 46 - Paquete estructural de Diseño (Pliego de Licitación)



5.5. Subrasante

Se considera subrasante aquella porción de superficie que servirá de asiento o fundación a la o las capas de recubrimiento o firme a construir, conformando por lo tanto, la superficie de apoyo de la estructura del pavimento a ejecutarse sobre ella.

Las tareas de este rubro se refieren a la remoción de suelos no aptos o con excesos de humedad, que constituyan el apoyo del paquete estructural.

Se considera material apto aquel que cumpla con las siguientes especificaciones:

- **Suelos con valores de densidad mayores de 1.700 kg/cm³**
- **Límite Líquido: menor a 30**
- **Índice Plástico: menor a 10**
- **Libre de ramas, troncos, matas de hierbas u otros materiales orgánicos.**
- **La humedad admisible del suelo no podrá superar el 10% de la humedad óptima del mismo.**

5.5.1. Ensayos

➤ Límite Líquido (VN-E2-65):

Es el contenido de agua, expresado en porcentaje respecto al peso del suelo seco, que delimita la transición entre el estado líquido y plástico de un suelo amasado.

Según los ensayos de los Límites de Atterberg: Se define como el contenido de agua necesario para que la ranura de un suelo ubicado en el equipo de Casagrande, se cierre después de haberlo dejado caer 25 veces desde una altura de 10 mm.

Este límite se mide mediante un dispositivo normalizado llamado Casagrande, el que se moldea una muestra de suelo sobre el aparato, y el límite líquido se determina como el contenido de agua de un suelo cuando para 25 golpes ejercidos por la caída de la taza (a razón de 2 golpes por segundo) desde la altura de 1 cm., dos secciones determinadas de suelo separadas por una ranura normalizada de 2 mm de espesor en su parte inferior y 11 mm en su parte superior y una altura de 8 mm, cerraran en una distancia de ½ pulgada a lo largo de la parte inferior de la ranura.

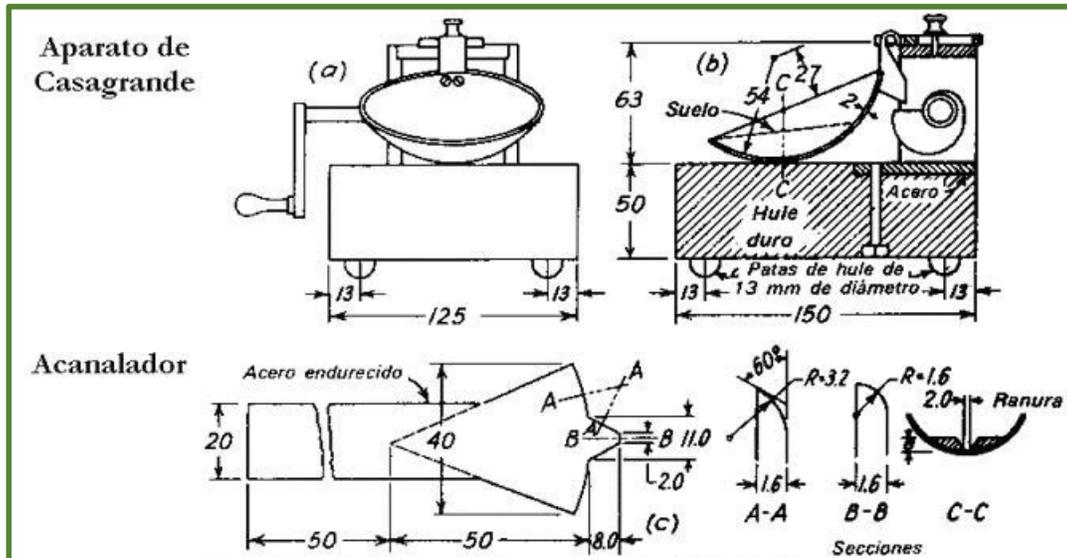


Figura 47 – Dispositivo para la determinación del Limite Líquido (<http://geotecnia-sor.blogspot.com>)

➤ Limite Plástico (VN-E3-65)

El límite plástico se define como el contenido de agua al cual un rollo de suelo se agrieta cuando es cuidadosamente enrollado hasta un diámetro de 3.18 mm (1/8 pl.). Debe fragmentarse en segmentos de 3.0 - 10.0 mm (1/8 - 3/8 pl.) de longitud.

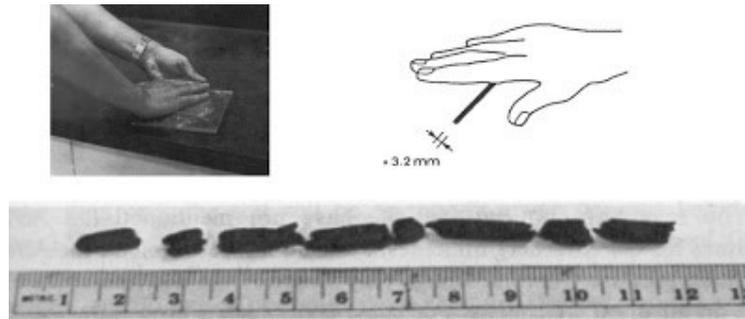


Figura 48 - Ensayo de Limite Plástico

$$\text{Índice Plástico} = \text{Limite Líquido} - \text{Limite Plástico}$$

➤ **Compactación de Suelos (VN-E5-93):**

El ensayo Proctor estándar persigue determinar la densidad seca máxima de un suelo y la humedad óptima necesaria para alcanzar esta densidad.

El ensayo consiste en compactar una porción de suelo en cilindro con volumen conocido, haciéndose variar la humedad para obtener la curva que relaciona la humedad y la densidad seca máxima a determinada energía de compactación. El punto máximo de esta curva corresponde a la densidad seca máxima en ordenadas y a la humedad óptima en abscisas.

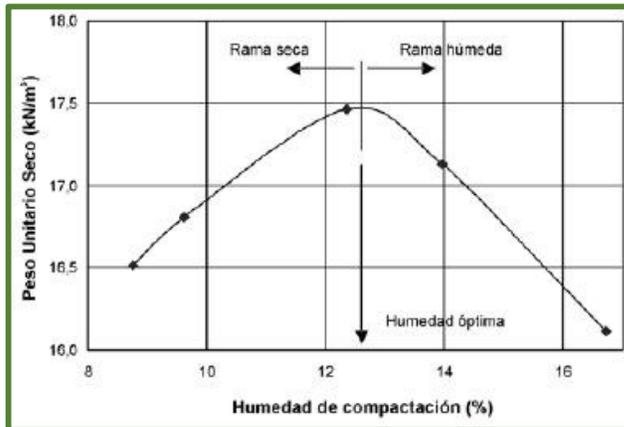


Figura 50 - Relación entre humedad de Compactación y Peso unitario seco

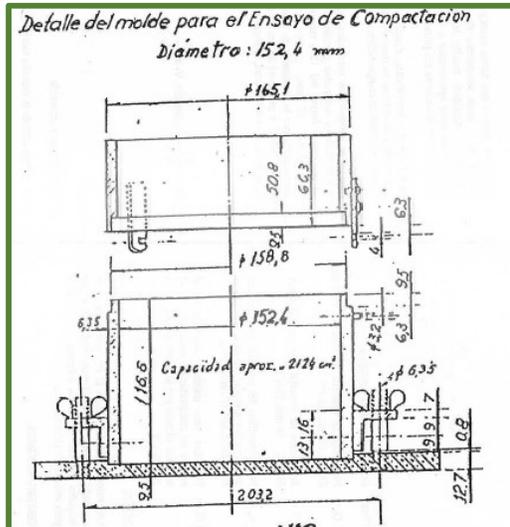


Figura 51 - Detalle del Molde para ensayo de Compactación (VN-E5-93)



Figura 49 - Moldes Cilíndricos y Pistones de Compactación (Laboratorio)

Entre las herramientas que utilizaremos mencionamos a los moldes cilíndricos de acero con tratamiento superficial para que no se oxiden, con las dimensiones según norma, pisones de compactación de acero, o en su defecto existe una maquina mecánica capaz de desarrollar la compactación adecuada en peso, altura de caída y lugar de compactación. Cada instrumento y herramienta con su constante, sus medidas, pesos, etc.

En cuanto a la separación y preparación de la muestra, se debe seguir la norma en donde podremos saber la forma de operar de acuerdo con las características granulométricas del material.

Existen distintos tipos de ensayos de compactación que se pueden realizar, los mismos pueden venir especificado en el pliego de especificaciones técnicas según alguna obra en particular, como también puede depender de las características granulométricas (suelo fino, molde chico o suelo granular, molde grande).

El tipo de maquinaria a usar definirá la energía de compactación (tamaño de pisón y cantidad de capas), también la combinación de suelo con cemento o cal influenciará.

El procedimiento resumidamente consiste, una vez determinado el tipo de ensayo a realizar, en determinar la densidad mediante la repetición del ensayo (3 a 6 puntos) con distintos contenidos de humedad, no olvidando el objetivo de determinar la humedad óptima la cual se dará la máxima densidad de compactación. Con los datos obtenidos se procede finalmente al trazado de la curva Humedad–Densidad

El Grado de compactación de un terreno se expresa en porcentaje respecto al ensayo Proctor; es decir, una compactación del 85% de Proctor Standard quiere decir que se alcanza el 85% de la máxima densidad del Proctor Standard.



Figura 52- Molde Proctor con Suelo
(Elab Propia)



Figura 54 - Accion de compactacion
con el pison (Elab Propia)



Figura 53- Enrasado (Elab Propia)

En este ensayo como critica puedo mencionar que habitualmente en la realización, solo se determina un solo punto de la curva por cuestiones de tiempo, por lo que no se tiene otro punto en comparación para determinar la humedad y densidad optima del material.

➤ **Control de Compactación por el Método de la Arena (VN-E8-66):**

Consiste en determinar la densidad de un suelo compactado (peso unitario) y establecer si el grado de compactación logrado cumple con las exigencias previstas.

La calidad durante un proceso de compactación en campo se mide a partir de un parámetro conocido como grado de compactación, el cual representa un cierto porcentaje.

Este método es un método destructivo, ya que se basa en determinar el peso específico seco de campo a partir del material extraído de un hoyo, el cual se realiza sobre la capa de material ya compactada.

Herramientas para ensayo in-situ:

- Cono (Dispositivo que permite el escurrimiento uniforme del material)
- Bandeja de hierro con orificio central
- Balanza
- Cucharas
- Frascos,
- Bolsas herméticas,
- Tamices N°20 y N°30 (para normalizado y recuperación de arena utilizada)

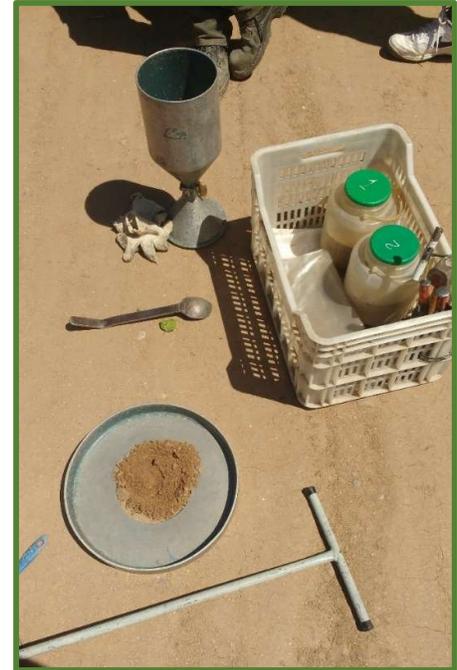


Figura 55 - Elementos necesarios para ensayo de Cono de Arena

Dentro de las consideraciones se debe calibrar el equipo, saber el peso unitario de la arena normalizada, conocer la constante del embudo y el volumen del embudo.

Para la realización del ensayo, se debe limpiar la superficie con un pincel, removiendo todo el material suelto, posteriormente se coloca la bandeja de hierro y se procede a realizar el hueco, el mismo deberá ser de la profundidad de la capa que vaya a ser sometida al control.

El siguiente paso es retirar todo el material extraído y colocarlo en la bolsa hermética evitando la pérdida de su humedad, se coloca el cono normalizado sobre la bandeja y se procede a verter la arena normalizada en la parte superior, luego se abre la válvula, dejando caer la arena hacia el pozo hasta que se pueda observar que la misma no desciende más.

Por último, cerrada la válvula, volvemos la arena normalizada restante al tarro correspondiente y si podemos recuperar gran parte de la arena normalizada se lo hace y en laboratorio, con los tamices mencionados, se normaliza nuevamente.

Los datos y valores que se obtienen del ensayo son, constante del cono, volumen del cono, peso de material extraído del pozo, peso de la arena que se necesitó para llevar el pozo y el cono, con ello calculamos la densidad in situ.



Figura 57 - Realización del hueco



Figura 56 - Volcado de arena

Sobre este ensayo puedo destacar que se realizó sobre una subrasante, correspondiente a la segunda capa de espesor 15cm, en el cual los resultados fueron desfavorables en los tres puntos tomados, que dieron por debajo del 92%.

También se puede resaltar que, en la realización del ensayo, al realizar los huecos se encontró suelo vegetal a menos de 15 cm, siendo esta la segunda capa de subrasante, lo cual no debería suceder, por lo que se procedió a tomar en otro punto.



5.5.2. Consideraciones Constructivas

- La compactación se realizará en capas de 15 cm de espesor se iniciará inmediatamente de extendido el material y
- se efectuará con pisones neumáticos, planchas o rodillos vibradores, y solo en caso de ser imposible el uso de procedimientos mecánicos la Inspección podrá permitir el empleo de pisones de mano.
- Cada capa de suelo colocada deberá ser compactada hasta obtener el porcentaje de densidad que a continuación se indica con respecto a la máxima establecida por el ensayo que se especifica en la norma de ensayo VN-E-5-93:
 - El piso de excavación deberá ser compactado a una densidad de 90% de la densidad máxima
 - Las capas subsiguientes hasta cota -0,30 m por debajo de la superficie de subrasante se exigirá 92% de la densidad máxima.
 - Los últimos 0,30 m se deberá compactar al 95% de la densidad máxima.

5.6. Bases y Sub-Bases Granulares

La base y subbase granular son elementos estructurales del pavimento, que en conjunto con las capas asfálticas que están por encima, tienen el propósito de distribuir las cargas del tránsito sobre la subrasante. Estas capas son construidas con material granular sin ligante bituminoso.

Estos trabajos consisten en la construcción de una base ó sub-base constituida por agregados pétreos con ó sin la incorporación de suelos.

- Agregados pétreos
 - Los agregados pétreos provendrán de la trituración de rocas sanas, naturales ó artificiales, ripio, o canto rodado. Cuando el agregado provenga de la trituración de ripio ó canto rodado, las partículas que se trituraren deberán estar retenidas en el tamiz de 38 mm, (1 ½") y deberán presentar un mínimo del 75 % de sus partículas con dos o más caras de fractura y el restante 25 % por lo menos con una.
 - El desgaste de los agregados pétreos, medido por el ensayo "Los Ángeles" (IRAM 1532), deberá ser menor de 35 para las capas de base y menor de 40 para las sub-bases. El valor de cubicidad, será mayor de 0,5 en todos los casos.
- Suelo seleccionado
 - El suelo a usar en las mezclas granulares para bases y sub-bases, será seleccionado, homogéneo, no debiendo contener raíces, matas de pasto, sustancias orgánicas ni otras materias extrañas putrescibles, debiendo cumplir con los siguientes requisitos:
 - Límite líquido: menor de 30
 - Índice Plástico: menor de 10
 - Sales totales: menor de 1,5 %
 - Sulfatos: menor de 0,5 %
- Arena sílicea
 - Deberá cumplir los siguientes requisitos:
 - Equivalente de Arena: mayor de 50
 - Índice de Plasticidad: menor de 6
 - Sales totales: menor de 1,5 %
 - Sulfatos: menor de 0,5 %
- Aqua para la construcción
 - Será potable, proveniente de la red urbana. La potabilidad del agua deberá ser certificada por laboratorio competente en la materia. Caso contrario, se deberán realizar los ensayos de idoneidad de la misma.
- Cal Hidráulica
 - Provenirá de la cocción de calcáreos que contengan silicato de aluminio y magnesio y cuya extinción haya sido efectuada cuidadosamente en fábrica. La misma deberá proveerse en envases herméticos y depositarse en lugares secos.



TAMICES IRAM	PORCENTAJES QUE PASAN			
	SUB-BASE	BASE		
		GRAVA NATURAL	MEZCLA DE PEDREGULLO Y GRAVA	PEDREGULLO DE ROCA O GRAVA
51mm (2")	100	---	---	---
38 mm(1 1/2")	90-10	100	100	100
25 mm(1")	---	70-100	70-100	70-100
19 mm (3/4")	---	60-90	60-90	60-90
9.5 mm (3/8")	45-70	45-75	45-75	45-75
4.8 mm (N° 4)	---	35-60	35-60	30-60
2 mm (N°10)	30-55	25-50	25-50	20-50
420 μ (N° 40)	---	15-30	15-30	10-30
74 μ (N° 200)	2-20	3-10	3-10	3-10
Límite Liq. %	< de 25	< de 25	< de 25	< de 25
Índice Plástico	< de 6	< de 4	< de 4	< de 4
Valor soporte	> de 40 (1)	> de 80 (1)	> de 80 (1)	> de 80 (1)
Sales totales	< de 1.5	< de 1.5	< de 1.5	< de 1.5
Sulfatos	< de 0.5	< de 0.5	< de 0.5	< de 0.5

Tabla 17 - Pliego de Especificaciones Técnicas Generales DNV

5.6.1. Sub-Base Granular

En este caso para la subbase granular se utiliza suelo arena, que permite disminuir los costos de materiales por la utilización de suelo del terreno natural de la obra, extraído en el movimiento de suelos. La dosificación planteada es 80% arena y 20% suelo y el mezclado se lleva a cabo en obra como se puede ver en la siguiente imagen.

- La Mezcla a utilizar en la base ó sub-base deberá satisfacer las exigencias que se establecen para los agregados pétreos, arena silíceo y suelos.
- Las mezclas deberán situarse dentro de los entornos granulométricos y cumplir las especificaciones siguientes:

Tamices Porcentajes de Pasantes – IRAM		
25 mm	1"	100%
19 mm	3/4"	70% - 100%
9,5 mm	3/8"	50% - 80%
4,8 mm	N°4	35% - 65%
2 mm	N° 10	25% - 50%
420 u	N° 40	15% - 30%
74 u	N° 200	5% - 15%

Tabla 18 – Entornos Granulométricos según IRAM



Las Tolerancias Admisibles

- Bajo la criba de 38 mm. (1 ½ ") y hasta el tamiz de 9,5 mm. (3/8 ") inclusive: más/menos 7%
- Bajo la criba de 9,5 mm. (3/8 ") y hasta el tamiz de 2 mm. (Nº 10) inclusive: más /menos 6 %
- Bajo la criba de 2 mm. (Nº 10) y hasta el tamiz de 0,420 mm. (Nº 40) inclusive: más /menos 5%
- Bajo tamiz de 0,420 mm. (Nº 40): más/menos 3 %.

Estas tolerancias definen los límites granulométricos a emplear en los trabajos, los cuales se hallarán a su vez entre los límites granulométricos que se fijan en esta especificación.

La forma de la curva granulométrica deberá armonizar con las curvas límites del entorno, no debiendo presentar quiebres ni inflexiones, ser cóncava y no diferir marcadamente de las que puedan teóricamente interpolarse entre dichos límites.

5.6.2. Base Granular

La definición de esta capa es la misma que la de subbase granular, con la diferencia de que esta se encuentra más cerca de la superficie a transitar, por lo tanto, más próxima a las cargas aplicadas. Es por esto que la base granular presenta requerimientos estructurales mayores.

El material que se utiliza en este caso y generalmente en las obras de la zona, es el triturado 0-20, que se puede proveer desde la cantera directamente a obra, para colocarlo, humedecerlo y compactarlo.

- Las mezclas deberán situarse dentro de los entornos granulométricos y cumplir las especificaciones siguientes:

Tamices Porcentajes de Pasantes – IRAM		
	1 ¼"	100% - 100%
25 mm	1"	85% - 100%
19 mm	¾"	70% - 85%
9,5 mm	3/8"	50% - 70%
4,8 mm	Nº4	35% - 75%
2 mm	Nº 10	25% - 45%
420 u	Nº 40	15% - 25%
74 u	Nº 200	3% - 10%

Tabla 19 - Entornos Granulométricos según IRAM



Debiendo cumplir las siguientes exigencias:

- Límite Líquido: menor de 25
 - Índice Plástico: menor de 6
 - Valor Soporte: mayor de 80 %
 - Sales totales: menor de 0,9 %
 - Sulfatos: menor de 0,3 %
- A la mezcla se le agregará cal hidráulica en una proporción comprendida entre el cuatro por ciento (4%) y el ocho por ciento (8%).
 - Los Valores Soporte indicados, deberán lograrse al 97% de la Densidad Seca Máxima obtenida acorde a la Norma de Ensayo VN - E5 - 93, "Compactación de Suelos" empleando el Método de Ensayo VN, (VN: Vialidad Nacional).

5.6.3. Ensayos

➤ **Tamizado de Suelos por Vía Húmeda (VN-E1-65)**

Se define como el procedimiento para establecer la distribución porcentual de las partículas finas de un suelo.

Herramientas necesarias:

- Tamiz N° 10, 40 y 200
- Balanza con precisión 1 centigramo
- Recipiente estanco
- Estufa regulable
- Espátulas
- Bandejas
- Cucharas

La cantidad de muestra se verá determinada según el diámetro máximo de las partículas en caso de venir con material grueso, si es suelo fino, la muestra no será inferior a 1000gr.

El procedimiento consiste en cuartear el material a ensayar para obtener la porción más representativa y adecuada, se la lleva a estufa hasta lograr su secado, se la pesa para obtener el peso inicial y luego es vertido en el recipiente estanco, se humedece totalmente la muestra dejándola incluso sumergida en agua. De este recipiente con la ayuda de un chorro de agua y moviendo el suelo con la mano, se va dejando caer material por un orificio al tamiz N° 200 no dejando que este rebalse de agua ya que podríamos estar perdiendo partículas finas retenidas en dicho tamiz.

Una vez vaciado el recipiente asegurándonos de no estar dejando partículas dentro, y observando que el agua que pasa el tamiz es limpia, se procede a vaciar en una bandeja adecuada todo el material retenido en el tamiz N° 200 para que este sea secado en estufa y posteriormente pasado por los tamices antes mencionado, tomando nota de los pesos netos retenidos por cada tamiz.

Si en el material a tamizar nos percatamos que puede haber mucho material retenido del tamiz N° 10, éste se coloca antes del N° 200 por una cuestión de que al ser muy delicada la malla de este tamiz, se podría estar deteriorándolo.



Figura 58 - Tamices Utilizados en el Laboratorio

Finalmente se obtienen los porcentajes de retenido de cada tamiz logrando construir la curva granulométrica representativa del material.



Figura 59 - Recipiente para el lavado de la muestra

Una cuestión para tomar en cuenta es que, según la norma, el material se debe dejar en remojo por 24 horas, y en el laboratorio por cuestiones de tiempo se lo hace inmediatamente de agregada el agua en la mezcla.

Una experiencia personal en cuanto a la realización del ensayo, fue que, durante el lavado, el tamiz N°200 se tapó con el material y al no controlarlo el mismo rebalzó perdiendo parte de la muestra, por lo que tuve que tomar una nueva porción del material y realizar el ensayo nuevamente. Ante estas situaciones es bueno destacar que se debe tener una cantidad suficiente de material para en el caso de errores o imprevistos tener la disponibilidad para realizarlo nuevamente.



➤ Valor Soporte e Hinchamiento de suelos (VN-E6-84)

Según este ensayo es necesario definir el **Valor Soporte Relativo (V.S.R)** como la resistencia que ofrece al punzado una probeta de suelo, moldeada bajo ciertas condiciones de densificación y humedad, y ensayada bajo condiciones preestablecidas. Se la expresa como porcentaje respecto de la resistencia de un suelo tipo tomado como patrón.

El **Hinchamiento** es el aumento porcentual de altura, referido a la altura inicial que experimenta una probeta de suelo cuando la humedad de la misma aumenta por inmersión, desde la humedad inicial de compactación hasta la alcanzada por la probeta al término del periodo de inmersión.

Este ensayo depende fundamentalmente de la realización del ensayo de compactación, para saber la densidad seca máxima y la humedad óptima con la correspondiente energía de compactación.

Métodos de Ensayo:

- 1º Método estático a carga fija preestablecida.
- 2º Método estático a densidad prefijada.
- 3º Método dinámico N° 1 (simplificado)
- 4º Método dinámico N° 2 (completo)

Equipo necesario:

- Moldes de compactación cilíndricos
- Plato perforado con vástago de altura regulable y pesa adicional
- Pesas adicionales para hinchamiento en cantidad
- Pesas de penetración
- Pisón de compactación
- Trípode con el dial extensométrico para la medición de las variaciones de altura
- pileta para sumergir las probetas
- Prensa de ensayo de accionamiento mecánico o hidráulico

En cuanto a la ejecución del ensayo, consiste en realizar la compactación con las capas y energía debida, se coloca un disco de papel sobre la cara compactada, se sustituye la base del molde por una base perforada, se coloca el trípode con el extensómetro regulando el vástago, se lleva el conjunto a la pileta cubriendo todas las muestras asegurando que el agua pueda ingresar por debajo de la probeta (capa de arena), se deja cuatro días sumergida midiéndose el hinchamiento cada día para poder tomar las variaciones de altura. Completado los cuatro días, retiro la probeta dejando inclinada unos 15 minutos aproximadamente antes de ser ensayada a la penetración, en la cual se colocan los aros adecuados y las sobrecargas correspondientes, tomando las lecturas necesarias a la velocidad adecuada según detalla la norma. Finalmente se toman muestras del material para determinar la humedad.

Lo anteriormente mencionado se repite para los cuatro métodos para calcular el valor soporte, pero cabe destacar que el Método Simplificado es el más utilizado en nuestro medio, en donde consiste en realizar 6 probetas con la humedad óptima, dos

con 12 golpes por capa, otras dos con 25 y las últimas dos con 56 golpes por capa graficando en ordenadas las densidades de cada una de ellas, uno con línea de trazo continua los puntos, luego como indica el gráfico a continuación entro con el 95% o 98% de la densidad máxima del ensayo de compactación, intercepto la curva y bajando perpendicularmente se obtiene un valor de V.S.R. y en donde este deberá ser mayor o igual que el especificado según pliego.

➤ **Ensayo Equivalente de Arena (VN-E10-82):**

La finalidad de este ensayo es determinar rápidamente, en campaña el contenido de finos y materiales arcillosos en suelos y agregados. Permite separar partículas finas o arcillosas de los granos más gruesos y comprar las propiedades. Se debe realizar sobre el pasante tamiz N°4 y requiere de 45 minutos.

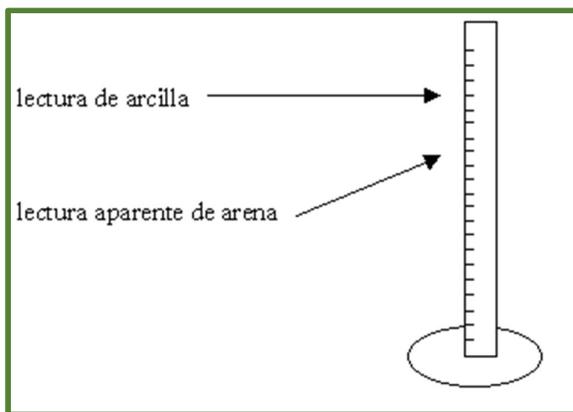


Figura 60 - Esquema lectura Nivel de Arena y Arcilla

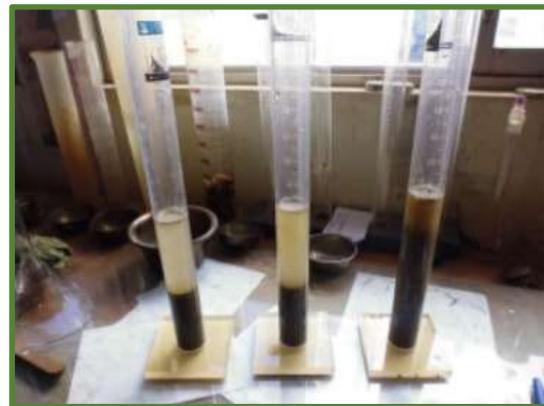


Figura 61 - Foto ensayo Equivalente de Arena

$$\text{Equivalente de Arena} = \frac{\text{Lectura Nivel Superior de Arena}}{\text{Lectura Nivel Superior de Finos}} \times 100$$

➤ **Determinación Del Factor De Cubicidad (VN - E16 – 67)**

Este ensayo consiste en relacionar la dimensión mínima, con la medida de las partículas de un agregado pétreo, mediante operaciones de zarandeo a través de cribas reductoras y tiene por objeto determinar las características de forma de las partículas que constituyen el agregado, definiendo la misma por el valor que resulta para su “factor de cubicidad”. Este valor de cubicidad toma el valor de uno para agregados de cubicidad óptima y cero para los de cubicidad mínima (partículas sumamente achatadas o lajosas).

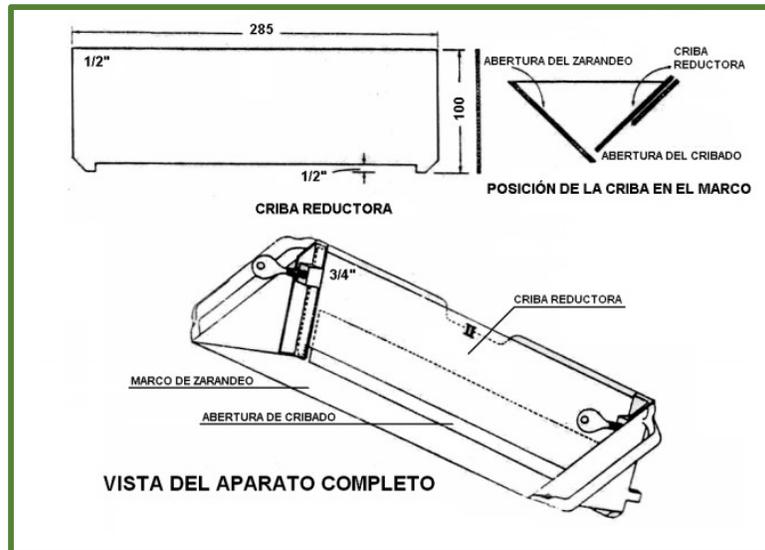


Figura 62 - Esquema de Cribas Reductoras (VN - E16 – 67)

➤ **Ensayo De Desgaste Los Ángeles (Norma Iram 1532)**

El método utiliza la Máquina de los Ángeles, y consiste en colocar una cantidad especificada de agregado dentro de un tambor cilíndrico de acero q junto con cargas abrasivas (esferas) de una masa determinada y se le aplica un número determinado de revoluciones por minuto. El mismo nos da una referencia de cómo se comporta el material con relación a la abrasión.

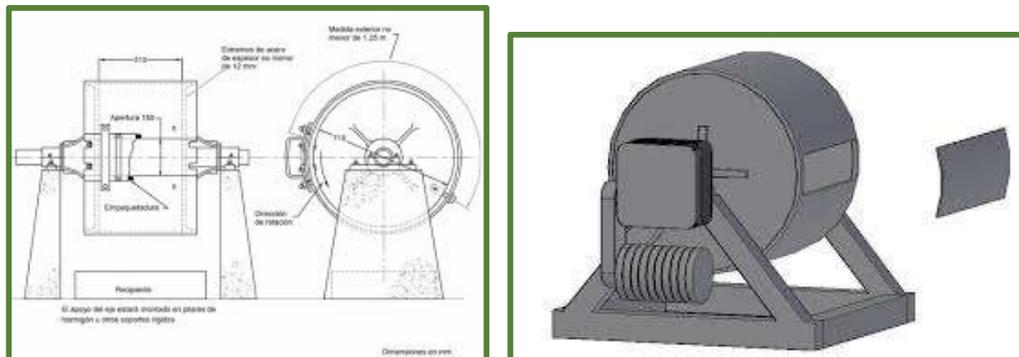


Figura 63 - Máquina de los Ángeles

5.7. Carpeta Asfáltica

Esta capa debe estar diseñada para proveer una determinada resistencia a la deformación, rugosidad y ser impermeable, ya que estará expuesta al tránsito vehicular. La misma, a su vez, debe tener una pendiente que permita el escurrimiento del agua hacia los costados del camino, para de esa forma proteger de los efectos erosivos de la humedad en la estructura del pavimento.

Debe ser durable para resistir el desgaste ocasionado por el tránsito, conservar las propiedades antideslizantes necesarias y estar fuertemente ligadas a la capa que está por debajo de ella.

Los materiales que se utilizan para esta obra en la mezcla asfáltica son cemento asfáltico, triturado 6-19, triturado 0-6 y arena silícea.

Las mezclas asfálticas varían de acuerdo a su utilización, pudiendo distinguirse dos Tipos, que a continuación se detallan:

- **Mezclas tipo A:** Se utilizan para la realización de carpeta asfáltica
- **Mezclas tipo B:** Se utilizan para la realización de bacheo

Los requerimientos detallados a continuación serán los especificados por el pliego de especificaciones técnicas de la correspondiente licitación para mezclas de tipo A.

5.7.1. Entorno Granulométrico de la mezcla:

Tamices Porcentajes de Pasantes – IRAM	
3/4"	100%
1/2"	80% - 100%
3/8"	70% - 90%
N°4	50% - 70%
N° 8	35% - 50%
N° 30	18% - 29%
N° 100	8% - 16%
N° 200	4% - 10%

Tabla 20 - Entorno Granulométrico para Carpeta Asfáltica

- La arena silícea no deberá intervenir en un porcentaje superior al 25 %.
- Se empleará en la mezcla, cemento asfáltico de índice de penetración 50-60.
- Se deberán respetar los siguientes rangos de temperatura en cuanto al calentamiento en planta de los diferentes materiales:
 - Cemento Asfáltico: Calentamiento a temperatura tal que su viscosidad "Saybolt-Furo!" sea de 150-170 seg. correspondientes para el producto bituminoso de **tipo 50-60** (aproximadamente entre 145° - 155°).
 - Agregados: Calentamiento a temperatura entre 160° - 180°C.
 - Mezcla bituminosa elaborada: Saldrá de planta a temperatura de 140°-165° C.-

Consideraciones:

No deberá existir un salto térmico superior a los 30 °C entre la temperatura del asfalto y de los agregados, para evitar el deterioro del producto bituminoso, al recubrir el árido excesivamente caliente en película delgada.

El calentamiento del asfalto no se deberá producir a altas temperaturas (del orden de los 150° C) por períodos de tiempo prolongados. Será rechazado todo betún que se observe recalentado o que haya sufrido pérdida de sus componentes volátiles y que en general no cumpla después de su procesamiento, con las especificaciones del índice de Penetración, Ensayo de recubrimiento, Nicholson, Ensayo de Películas Delgada, Ensayo de recubrimiento del Agregado, Oliensis.

En las mezclas intervendrán obligatoriamente agregados gruesos, finos y relleno mineral, según cada caso, combinados adecuadamente para obtener una granulometría final densa, impermeable, compacta, resistente a la acción de los agentes atmosféricos y en particular del agua; de óptima características superficiales una vez compactada la capa, en cuanto a la rugosidad superficial, característica antideslizante en todo tipo de clima, bajo el tránsito vehicular, mezclados con el correcto tenor de producto bituminoso para lograr tales características, sin envejecimiento prematuro, cuarteamiento por excesiva rigidez o cambios (alteraciones) de temperatura extremas; sin exudaciones o afloramientos, corrimientos del material (alta fluencia) ni deslizamiento bajo el tránsito.

Estará prohibida la colocación en obra del material bituminoso cuando la temperatura ambiente sea inferior o igual a 5° C, o en descenso.

5.7.2. Agregados

- **Piedra triturada:** En su totalidad deberán provenir, con excepción de las arenas silíceas, de la trituración adecuada de rocas sanas, frescas, limpias, sin contenido de materiales orgánicos, suelos o cualquier otra sustancia nociva, o trituración de cantos rodados, ripios o gravas, debiendo en todos los casos provenir de la trituración de partículas de tamaño no menor de 40 mm, (todo el material original antes de su trituración será retenido por malla standard de abertura circular de 1 y 1/4 de pulgada, debiendo presentar por lo menos cada partícula después de su procesado, un mínimo de tres caras de fractura por trituración o voladura.
 - Ensayo de Desgaste "Los Ángeles" (IRAM 1532) será menor de 30.
 - El Ensayo de Cubicidad (factor de cubicidad para la granulometría respectiva) será mayor de 0,50.-
 - No deberá existir un tenor superior al 2% en la fracción fina (pasante tamiz Nº 10) de arcillas, álcalis, polvo, materias orgánicas ni sustancias extrañas.
 - En general, no deberán existir terrones ni elementos aglomerados disgregables.
 - El índice de plasticidad de las fracciones filtradas por tamices Nº 40 y Nº 200 de abertura cuadrada, deberá ser nulo.



- **Arena de trituración**
 - Tipo 0-6 mm
 - Plasticidad (s/pasante tamiz 200) menor de 6
- **Arena silícea**
 - Equivalente de arena: mayor de 50%
 - Plasticidad (s/pasante tamiz 200): menor de 6
 - Sales totales: menor de 1,5%
 - Sulfatos; menor de 0,5%
- **Relleno mineral (Filler)**
 - Si es de naturaleza calcárea, deberá poseer un contenido mínimo de carbonatos expresado como CO_3Ca del 70%.

5.7.3. Ensayos

➤ **Ensayo Marshall (VN-E9-86)**

Ensayo para determinar valores de estabilidad y deformabilidad de los pavimentos asfálticos ideado por Bruce G. Marshall del Departamento de Caminos del Estado de Mississippi (EEUU). Los aspectos principales del ensayo son el análisis densidad-vacíos y el ensayo de estabilidad-fluencia, en muestra de mezclas asfálticas compactadas.

Consiste en:

- Preparación de las muestras
- Determinación del peso específico bruto
- Ensayo de estabilidad y fluencia
- Análisis densidad-vacíos

El método usa probetas compactadas normalizadas de 102mm (4in) de diámetro por 65.5mm+3mm de altura (2.5in)

Máquina de **ensayo Marshall** está diseñada para aplicar las cargas a las muestras por medio de pesas de ensayo semicirculares, está equipada con un calibrador provisto de anillo para determinar la carga de ensayo, de un marco de carga para el ensayo de estabilidad y un medidor de flujo, para establecer la deformación bajo la carga máxima de ensayo.

Estabilidad Marshall: de una mezcla asfáltica es la carga máxima en Kg. que soporta una probeta de cuando se lo ensaya a una temperatura de 60°C, cargándola en sentido diametral a una velocidad de 5,08 cm/minuto en la forma que indica la norma.

Fluencia Marshall: es la deformación total expresada en mm. que experimenta la probeta desde el comienzo de la aplicación de la carga en el ensayo de estabilidad, hasta el instante de producirse la falla.



Equipo Necesario:

- Moldes de compactación cilíndricos de acero según dimensiones detalladas en la norma
- Máquina eléctrica de compactación con contador
- Tamices
- Balanza
- Baño de agua caliente termostáticamente controlado
- Extractor de probeta manual
- Estufa para mantener la temperatura previa a compactación
- Mordazas de acero
- Prensa de accionamiento eléctrico de velocidad de avance constante
- Elementos varios de uso corriente

Requisitos para mezcla asfáltica acorde a Ensayo Marshall:

- Número de golpes por cara de la probeta: 75
- Estabilidad Normal mínima: 800 kg.
- Fluencia: 2 a 4 mm
- Vacíos residuales (método Rice): 3 a 5 %
- Relación betún – vacíos: 75 a 85 %
- Relación estabilidad - fluencia mínima: 2100 kg/cm
- Relación estabilidad - fluencia máxima aconsejada: 4500 kg/cm
- Estabilidad remanente (Norma V.N.E.32-67) Mínima: 80 %

Las muestras son retiradas de los camiones asfalteros, o retiradas en la planta de producción, las mismas deben ser colocadas en un recipiente térmico para mantener la temperatura lo mejor posible hasta llegar al Laboratorio de Obras Viales. Cada una de ellas debe tener un registro donde se detalle la proveniencia del material, temperatura, empresa que trabaja con el mismo, fecha, lugar, personal que toma la misma.



Figura 65 - Medición de Temperatura en Bacheo



Figura 64 - Toma de muestra de Camion Asfaltero en Obra de Bacheo

Los moldes donde se preparan las probetas deben mantenerse calientes para evitar que el asfalto se pegue, por lo que se los colocan en la estufa junto con el pisón.

Una vez llegada la muestra, se llenan los moldes con el concreto asfáltico necesario, en función de la altura que deba tener nuestra probeta. Se realizan 15 golpes con una espátula caliente distribuidos en el perímetro y 10 golpes en el interior nivelando al final la superficie de la probeta.

Una vez llenados los moldes se controla la temperatura con termómetro, ya que la misma debe ser de 145°C para realizarse la compactación. Este procedimiento se realiza en ambas caras, contando 75 por cada una.

Para la protección de las caras, se coloca un papel circular igual al diámetro interno del molde, para que en la cabeza del pisón no se pegue concreto asfáltico y no deje marcada la probeta.

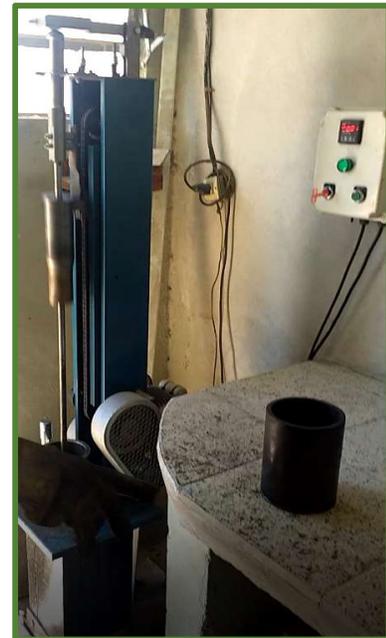


Figura 66 - Preparación de probetas para Ensayo Marshall

Una vez terminada la compactación, se retiran los papeles de ambas caras, el collar y la base y se deja enfriar en algún recipiente con agua para finalizar el ensayo despegando la probeta del molde con un extractor manual de probetas identificando cada una de ellas con un número.

Estas probetas se ensayarán después de un día. Se debe medir la altura mediante un calibre, y la misma debe estar entre las medidas adoptadas por la norma. Luego se debe medir el peso unitario según el ensayo VN-E12-67.

La norma establece la realización de 8 probetas, pero para la reducción de tiempo empleado en dicho ensayo, y por la experiencia de los laboratoristas solo se realizan 6 probetas. De estas, 4 son ensayadas luego de 24 hs. Habiéndolas dejado previamente 35 min en agua a 60°C (Estabilidad normal).



Figura 67 - Balanza de Precisión y Baño de Agua Caliente (Elab Propia)

El ensayo debe realizarse rápidamente una vez retirado del baño, para que la probeta no pierda temperatura, de la misma forma se deben haber calentado previamente las mordazas. También se debe aclarar que se colocaba un papel de diario en las mordazas para evitar la adherencia del asfalto a las mismas.

Posteriormente se procede con la aplicación de la carga en sentido diametral por medio de la prensa accionada eléctricamente, y tomando la carga máxima que puede soportar la probeta marcada en el extensómetro, que determinada cuando la aguja del mismo retrocede. Con este valor procedemos a calcular la estabilidad.



Figura 68 - Prensa de Ensayo (elaboración propia)

Al mismo tiempo que la probeta alcanza la carga máxima, debemos prestar atención al dial extensométrico de deformaciones, el cual nos indica la deformación sufrida por la probeta para dicha carga máxima, este valor indicado en milímetros indica la fluencia de la probeta.

Pasadas las 24hrs de inmersión de las 2 probetas restantes a 60°C debemos realizar el ensayo al igual que las 4 anteriores, pero en el mismo solo se tomará el valor de la carga máxima soportada.

➤ **Determinación del peso específico VN-E27-84**

Esta norma establece el procedimiento a seguir para la determinación del Peso Específico efectivo y de la absorción de asfalto del agregado pétreo a utilizar en la elaboración de mezclas asfálticas en caliente, empleando el procedimiento de J. Rice.

Peso Específico efectivo: es la relación entre el peso de un dado volumen de la porción impermeable de un agregado permeable y el peso de un volumen igual de agua.

Equipo necesario:

- Balanza de precisión,
- Frasco "kitasato" de vidrio pyrex para vacío, debidamente calibrado
- Bomba de vacío
- Baño de agua para mantener la temperatura a 25°C
- Enrasador con varilla de acero terminando con punta cónica
- Pipeta aforada
- Agua destilada, bandeja, espátula, cuchara

Se coloca la muestra a temperatura ambiente sobre una bandeja y se desmenuzara con las manos con el debido uso de elementos de protección personal.



Figura 70 - Cuarteador



Figura 69 - Desmenuzando de muestra

Luego la muestra debe ser debidamente cuarteada para tomar una porción que sea representativa.

Se coloca el frasco en la balanza y se tara la misma para obtener el peso exacto de la cantidad de muestra.

Luego se llena con agua a tal nivel que supere la superficie de la muestra, se coloca el tapón y se procede a la extracción de aire con la bomba de vacío.

Al cabo de un tiempo observando que no se desprendan burbujas del interior de las partículas, habiendo agitado y revuelto adecuadamente, se apaga la bomba.



Figura 71 - Bomba de Vacío

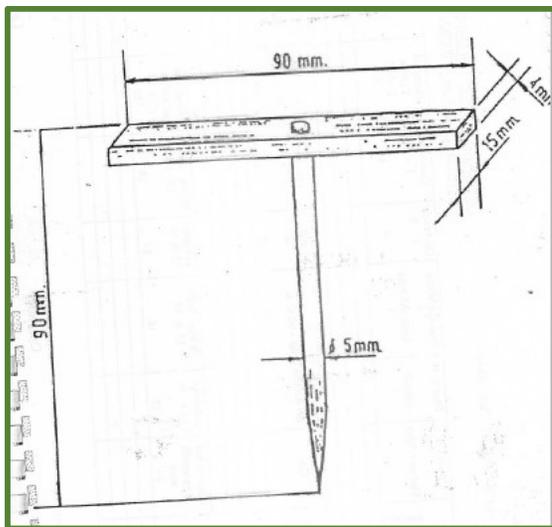


Figura 72 - Enrasador

Luego se llena con agua destilada superando el nivel prefijado con el fin de enrasar correctamente. Se trata de secar las paredes del frasco ya que al verter el agua pudo haber salpicado y dar diferencias no aceptables, igualmente una vez finalizado el ensayo, se realizan dos veces más para obtener una media sobre el peso E (peso del frasco más peso del material más el peso del agua destilada).

Como crítica al ensayo que se realiza en la Dirección de Obras Viales, durante la producción de vacío, no se deja lo suficiente para lograr una completa eliminación del aire en la muestra. Pero según estudios realizados, me comentaron que el error es aproximadamente del 1%.

Otra cuestión a analizar para la variación de los resultados es el uso de agua destilada en vez del agua corriente en el laboratorio.



➤ **Determinación del Peso Unitario de probetas asfálticas compactadas VN-E12-67**

Esta norma detalla el procedimiento a seguir para determinar el peso unitario, llamado comúnmente densidad, de probetas de mezclas asfálticas compactadas en laboratorio o extraídas de pavimentos en servicio.

Equipo Necesario

- balanza,
- dispositivo para suspender las probetas que se sumergen en el agua,
- recipiente estanco con capacidad suficiente de contener a la probeta sin que toque los bordes del recipiente,
- elementos varios de uso común de laboratorio.

Lo que se debe hacer en primero lugar es determinar el peso seco de la probeta 24 horas después de haber sido confeccionada a temperatura ambiente. Luego se sumerge en agua limpia a temperatura ambiente durante 1 hora con el objetivo de saturar la probeta.

Por último, se suspende la misma mediante el dispositivo, atado con un hilo de peso despreciable, sobre un recipiente estanco lleno de agua situado sobre la balanza, previamente tarado. Se deberá tener cuidado que la probeta no roce ninguna de las paredes del recipiente para que no interfiera en el valor del peso indicado en la balanza de precisión.

➤ **Determinación del contenido de asfalto en mezclas en caliente por el método de centrifuga VN-E69-78**

El presente método se refiere al procedimiento a seguir para la determinación del contenido de asfalto y control granulométrico del agregado de mezclas en caliente.

Equipo necesario:

- Estufa de temperatura controlada
- Balanzas
- Conjunto de tamices según normas IRAM
- Maquina centrifugadora tipo Dublín-Rotarex
- Papel filtro
- Solvente como nafta o kerosén
- Elementos varios de uso común del laboratorio.

Para realizar el ensayo se obtiene una cantidad de muestra dependiendo del tamaño máximo nominal de las partículas, se debe desmenuzar la misma con la mano y de no ser posible debe ser calentada durante 30 min a una temperatura entre 110°C y 120°C, luego se cuartea para obtener una muestra representativa.



Figura 73 - Cuarteo de Muestra



Figura 75 - Plato y Muestra

Lo que se debe hacer en primer lugar es pesar el conjunto del plato y papel filtro y registrar estos datos, luego se coloca la muestra cuarteada en el plato y se pesa todo el conjunto.



Figura 74 - Vertido de solvente sobre la muestra

Una vez realizado el pesaje se vierte un poco del solvente sobre la muestra y se lo coloca en la centrifugadora. Se coloca el filtro por encima y de la muestra y sobre el mismo la tapa metálica, ajustando bien la tuerca.

Esta tuerca tiene forma de embudo con una perforación longitudinal, que permite introducir el solvente dentro del plato sin necesidad de destapararlo para cada lavado. Se procede a agregar suficiente solvente, evitando que rebalse, antes del primer centrifugado.



Figura 76 - Pasos para el proceso de centrifugado

Se enciende la centrifugadora y cuando observamos que no sale más solvente mezclado con cemento asfáltico, se apaga y se vuelve a incorporar solvente, este paso se repite tantas veces hasta que se observa que el solvente sale limpio.

Se desconecta el plato, se retira la tapa y cuidadosamente el papel filtro siendo este limpiado cuidadosamente con un pincel dejando caer en el plato las partículas retenidas por el mismo, se deja al aire durante un rato para que se evapore el exceso de solvente.

Posteriormente se seca en estufa y se pesa el plato con papel filtro y agregado pétreo.



Figura 78 - Máquina Centrifuga al final del ensayo



Figura 77 - Muestra y filtro al final del ensayo

Para la granulometría del agregado pétreo, e coloca el material del plato y el del papel filtro en una bandeja, y se procede a pasar de a porciones por todos los tamices según la norma lo indica, se pesan los retenidos de cada tamiz. Por último, se construye la curva granulométrica representativa del agregado pétreo utilizado para la mezcla asfáltica.



Figura 79 - Granulometría - Retenido en cada tamiz

5.8. Control de Hormigones

En muchos casos de la práctica profesional es necesario hacer un control del hormigón que se está colando en obra. Esto se hace para tener una seguridad de que lo colocado tiene las mismas características que lo que se diseñó en la fase de proyecto.

Dentro de las tareas realizadas en el laboratorio podemos también mencionar las relacionadas a este control, la que consistía en la recepción de las probetas por parte de las empresas que estaban realizando la obra, a las cuales se hacía el correspondiente encabezado según lo indica la norma IRAM 1553, para lograr una regularidad en las bases.

Se debe tener en cuenta que cada una de las probetas a ensayar deben estar debidamente enumeradas y se debe tener un registro de la proveniencia de cada una, fecha, quien la envía y quien está recibiendo.



Figura 80 - Recepción de probetas de Hormigon

El proceso de encabezado consiste en colocar una mezcla de azufre en polvo y tierra refractaria tamizada pasante N°20, en las bases de los testigos para crear una superficie plana para su correcta compresión futura. Esta mezcla se coloca en un horno especial a temperatura prefijada (150°C) y se lo calienta hasta que la misma se encuentre en un estado líquido.

Una vez que se tiene la consistencia deseada, se debe prepara la herramienta donde se colocaran las probetas para el encabezado, el tamaño del mismo varía según las dimensiones a encabezar. Se debe engrasar la base, para evitar la adherencia con la mezcla y el fácil desmoldado.



Figura 81 - Proceso de Encabezado

Para el encabezado se vierte una cantidad de la mezcla y rápidamente se coloca la probeta, haciendo coincidir sus bordes laterales con los de la herramienta, esto asegura que la misma quede correctamente verticalizada, y se deja secar unos minutos a temperatura ambiente antes de retirarla.

Como anécdota de este encabezado, me paso que al colocar la probeta no mantuve el tiempo suficiente uniendo los bordes laterales con la herramienta, lo que provoco que la probeta no se encontraba perfectamente vertical, y para el ensayo de compresión deben ser paralelas a las caras de compresión de la máquina para evitar excentricidades y cargas inclinadas, por lo que tuve que retirar el encabezado y realizarlo nuevamente.

También ocurrió que me olvide de engrasar la herramienta en una pasada, y parte de la mezcla quedo adherida a ella, teniendo que re repetir el encabezado nuevamente.



Figura 82 - Probeta Encabezada de un solo lado

Testigos de Hormigón

También se trabajó con testigos de hormigón extraídos in situ por una maquina caladora, se debe hacer el correcto encabezado de las mimas, pero antes para provocar una cara más lisa se procedía al aserrado de sus caras para proveer una superficie regular



Figura 84 - Maquina Caladora



Figura 83 - Aserrado de caras

Ensayo de compresión

La máquina de ensayo debe estar provista de un sistema de regulación de aplicación de cargas, de forma tal, que las mismas se puedan aumentar en forma continua y sin saltos bruscos.

Deberá disponer de dos platos de acero totalmente planos y rectificadas, con una dureza y un tiramiento superficial especificado, entre los cuales se comprimen las probetas sometidas a ensayo.

La medición de altura del testigo encabezado se realiza con el calibre y es necesario para determinar la esbeltez de la muestra a ensayar. El procedimiento se hace como indica la norma IRAM 1546. Los testigos ya encabezados se colocan en la prensa hidráulica y se los somete a una carga perpendicular a su sección.

Es importante tener en cuenta el centrado del testigo al momento de ensayarlo a compresión ya que pequeñas excentricidades generan momentos y el testigo en vez de estar sometido a compresión simple, se encuentra a flexo-compresión produciendo la rotura prematura. Este efecto tiene influencia significativa en testigos de pequeños diámetros ya que se tiene menos área para distribuir las tensiones.



Figura 86 - Prensa y Probetas a ensayar



Figura 85 - Ensayo de compresión



5.9. Conclusión

En dicha área pude tomar contacto directo no solo con las distintas tareas desarrolladas con cada material interviniente en una obra vial, sino también con las distintas vinculaciones entre la entidad pública, los vecinos y las empresas privadas que intervienen en el crecimiento de la ciudad.

Dentro de los posibles ensayos que se pueden realizar a los materiales intervinientes en una obra, el laboratorio solo procede con lo solicitado por el inspector de cada una de las obras, dependiendo de su importancia y rapidez con la cual necesita conocer los resultados, es por eso que dentro de los ensayos posibles de cada material solo se realizan unos cuantos.

Desde mi punto de vista y lo que pude apreciar dentro del Laboratorio de la Dirección de Obras viales, es que las realizaciones de los ensayos están enfocados a la rapidez de los resultados, obviando algunos aspectos de la norma, pero basados en un estudio previo que indica que el error producido es mínimo. También que el mismo cuenta con un equipo muy dispuesto al trabajo, y del cual tomé contacto y aprendí con la mejor predisposición de los laboratoristas, evacuando todas mis dudas.



UNC

**ESTUDIO Y PROYECTO: PAVIMENTACIÓN
BARRIO "LOS SAUCES"**

**CONCLUSIONES
GENERALES**

CAPITULO 6



6. CONCLUSIONES GENERALES

Como conclusión principal puedo expresar la importancia de este convenio entre la FCEfyN y la Municipalidad de Córdoba, donde uno dispone de un punto de vista totalmente diferente al que encontraría en una repartición privada.

También puedo destacar que la rotación dentro de la Dirección de Obras viales me brindo una posibilidad de aprender sobre diferentes aspectos en lo relacionado a una obra vial y como estos se vinculan entre sí para conformar un proyecto. Por lo que incentivaría a la continuidad de estas pasantías, no solo en la Municipalidad de Córdoba, sino también en las distintas entidades estatales referidas a tareas específicas de la carrera.

Logre la integración y adaptación en distintos grupos de trabajo, los cuales estuvieron siempre presentes y colaborativos, para despejar dudas, opinar, expresar y compartir los conocimientos y experiencias adquiridas. Gracias a los cuales, incorpore nuevos conocimientos y metodologías de trabajo, que implementare en mi vida profesional.

A lo largo de este informe se resumieron los conocimientos técnicos básicos necesarios para poder llevar a cabo una obra vial: conocer cómo se ejecutan los trabajos, con que instrumental, equipamiento y cómo encarar un proyecto de pavimentación, teniendo en cuenta los aspectos a los que se debe prestar atención y controlar para garantizar la calidad de la obra. También pude encontrar ciertas fallas en el proyecto realizado anteriormente, haciendo las recomendaciones para el mismo en la actualidad.

También que hay una cuestión de que no solo es suficiente tener los conocimientos técnicos apropiados, sino que hay una cuestión de gran influencia, que es la experiencia, la cual juega un papel fundamental a la hora de tomar decisiones, como hacerlas y en qué momento.

Aprendí a dimensionar lo que es la licitación de una obra pública, que se tiene en cuenta para su realización, como afecta a los residentes y cuáles son los beneficios y consecuencias que la misma presenta.

En lo académico, la participación en este tipo de proyectos otorga la posibilidad de aplicar e interrelacionar las distintas materias de la carrera de Ingeniería Civil, posibilitándonos "expandir la visual", más allá de los estrictamente educativo.

Con respecto al proyecto desarrollado, desde mi punto de vista, debe estar estrictamente acompañado de un proyecto de drenaje urbano para ser completamente satisfactorio, debido a que es una solución para mejorar la calidad de vida de los residentes en el día a día, pero ante temporales no verifica los niveles de inundabilidad, dificultando su traslado.

Por lo antes dicho, se puede decir que el desarrollo de esta práctica cumplió con su principal objetivo, que es la inserción del alumno en el ámbito laboral, desempeñando



tareas directamente relacionadas con la profesión. También la elaboración del informe fue de gran utilidad para poder resumir y plasmar aquellos nuevos conocimientos adquiridos en el ejercicio de la profesión, relacionándolos o correspondiéndolos con aquellos adquiridos en la etapa de estudiante.

Finalmente, a título personal, me gustaría concluir que la magnitud de lo aprendido en esta experiencia laboral es incommensurable. Desde cuestiones puramente técnicas y relacionadas directamente a la ingeniería, hasta cuestiones de carácter personal, que me permitió un gran crecimiento.



7. BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Caamaño Nelli G y Dasso C. M. (2003): Lluvias de diseño; Conceptos; Técnicas y Experiencias. Ed. Científica Universitaria, Córdoba.
- ❖ Chow V. T.(1994): Hidráulica de Canales Abiertos. Ed. McGraw-Hill Interamericana S.A. Santa fe de Bogotá. Colombia
- ❖ Berardo, Baruzzi, Vanoli, Freire, Tartabini, Dapás (2008) Principios de Diseño Geométrico Vial Tomo I y II
- ❖ Compactación de Suelos y Materiales Estabilizados – Catedra de Transporte III (2002) – Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario
- ❖ Normas de loteo completas (2015): Normas para la presentación de proyecto de infraestructura vial y de drenaje. Dirección de obras viales, Ciudad de Córdoba.
- ❖ Gobierno de la Provincia de Córdoba (2011) – Expte. 038416 Año 2017 Folio N° 4 – Licitación Pública.
- ❖ Cartas topográficas de la ciudad de Córdoba (Edición 1967) y parcelario de catastro digital (según vuelo del año 1995)
- ❖ Catedra de Transporte III – Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales (2018): Filminas, Trabajos y Toma de nota
- ❖ Dirección Nacional de Vialidad (1979): Normas de Ensayo de la Dirección Nacional de Vialidad
- ❖ Dirección Nacional de Vialidad (1998) - Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.
- ❖ Pedro Baigorria (2015): Instructivo de Civil 3D para el diseño de obras viales.
- ❖ Procesos Constructivos Pavimento Flexible, Imprimación – Carpeta Asfáltica, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión



ESTUDIO Y PROYECTO: PAVIMENTACIÓN BARRIO "LOS SAUCES"

ANEXOS



REFERENCIAS	—	TERRENO	—	PAVIMENTO EXISTENTE	▲ 10.00	PUNTOS FIJOS
	—	PROYECTO	—	ROTURA PAVIMENTO EXISTENTE	▲ 0.00	COTAS DE PROYECTO
	T ↓	UMBRALES	▲	COTAS DE TERRENO NATURAL		
	∨	DESAGÜES				

MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA
 DIRECCIÓN DE OBRAS VIALES
 DEPARTAMENTO INGENIERÍA – DIVISIÓN ESTUDIOS Y PROYECTOS

PROYECTO	Barrio Los Sauces	DIRECTOR:	Ing. Carlos Wandler
DIBUJO	Agüero Adrián Alejandro	JEFE DEPARTAMENTO:	Ing. Mauro Tartabini
COLABORO	—	JEFE DIVISIÓN:	Ing. Rene Roggia

OBRA: **PAVIMENTACIÓN B° LOS SAUCES**

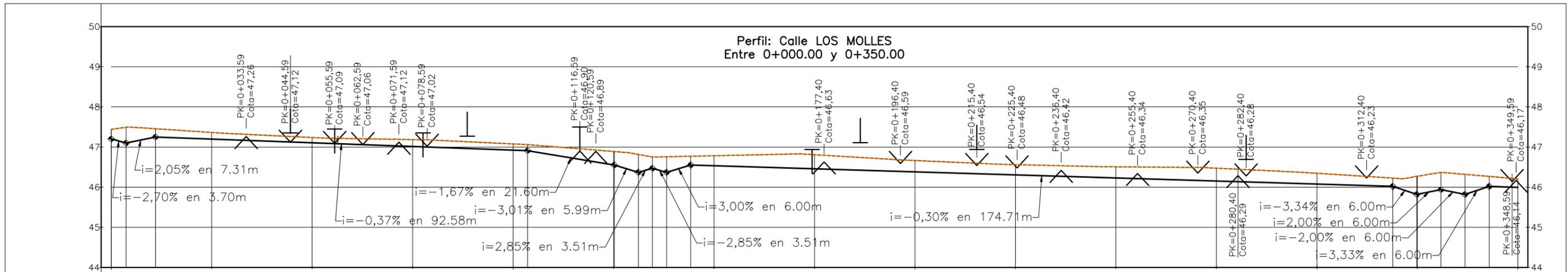
EXPEDIENTE:	—	FECHA:	Enero 2019	ESCALAS:	ESCALA=1:500
-------------	---	--------	------------	----------	--------------

PLANO DE: **PLANIALTIMETRIA**

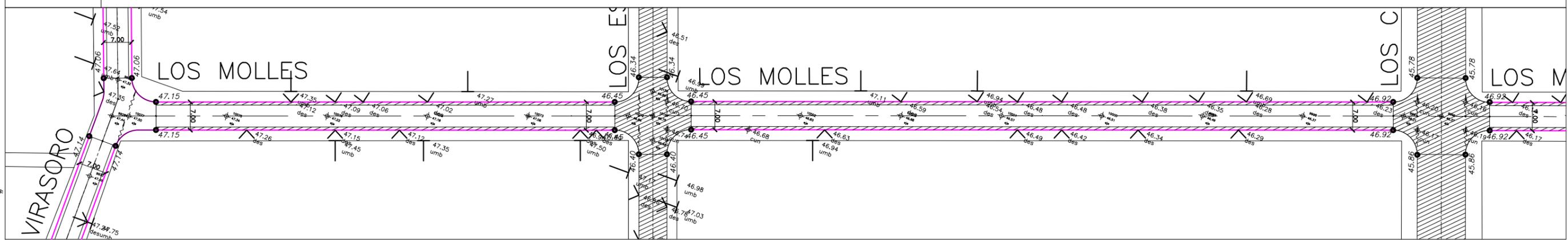
PLANO N°	01
TOTAL DE PLANOS	01



PLANIALTIMETRIA Calle LOS MOLLES
Entre 0+000.00 y 0+350.00



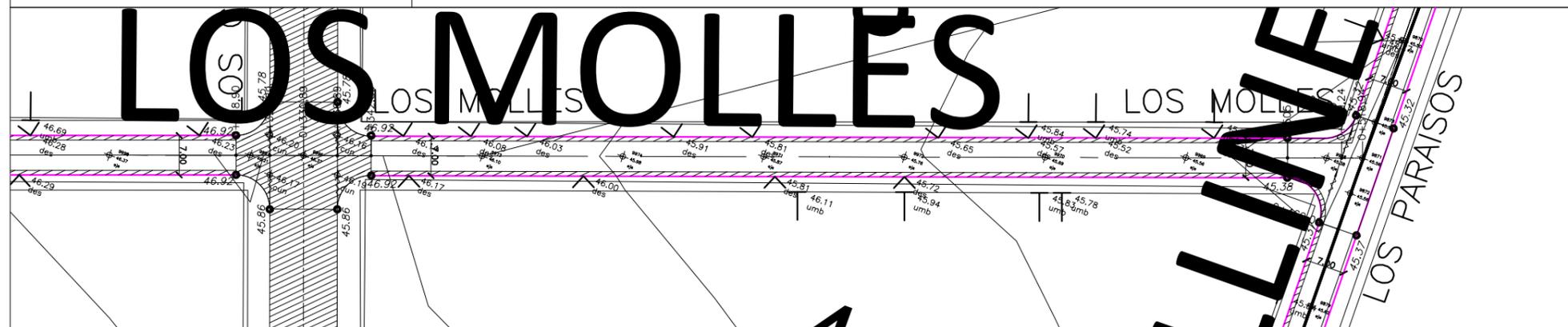
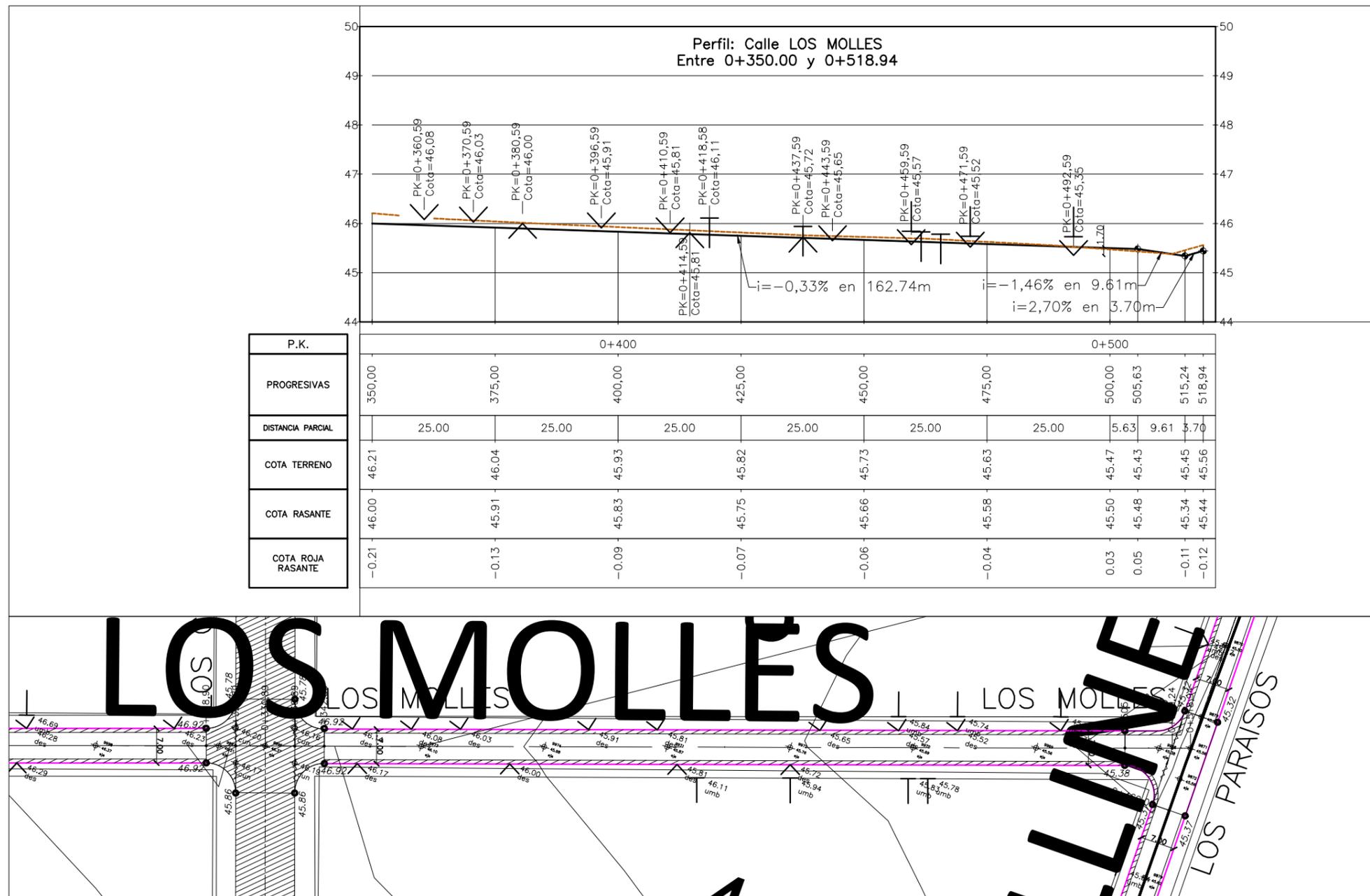
P.K.	0+100										0+200										0+300									
PROGRESIVAS	0,00	3,70	11,01	25,00	50,00	75,00	100,00	103,59	125,00	125,19	131,17	134,68	138,18	144,18	150,00	175,00	200,00	225,00	250,00	275,00	300,00	318,90	324,89	325,00	330,89	336,89	342,89	350,00		
DISTANCIA PARCIAL	3,70	7,31	13,99	25,00	25,00	25,00	3,59	21,41	0,19	9,93	5,51	6,00	5,82	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	18,90	6,00	5,89	6,00	6,00	6,00	7,11			
COTA TERRENO	47,44	47,49	47,46	47,36	47,24	47,19	47,08	47,06	46,89	46,89	46,81	46,75	46,76	46,77	46,78	46,81	46,66	46,56	46,51	46,51	46,47	46,35	46,23	46,27	46,27	46,37	46,32	46,27	46,21	
COTA RASANTE	47,20	47,10	47,25	47,20	47,11	47,01	46,92	46,91	46,55	46,55	46,37	46,47	46,37	46,55	46,53	46,46	46,38	46,30	46,23	46,23	46,15	46,08	46,02	45,82	45,82	45,94	45,82	46,02	46,00	
COTA ROJA RASANTE	-0,24	-0,39	-0,21	-0,16	-0,13	-0,17	-0,15	-0,15	-0,34	-0,34	-0,44	-0,28	-0,39	-0,22	-0,25	-0,35	-0,28	-0,26	-0,28	-0,32	-0,27	-0,21	-0,45	-0,45	-0,43	-0,50	-0,25	-0,21		



REFERENCIAS:

REFERENCIAS	— TERRENO	▨ PAVIMENTO EXISTENTE	▲ PUNTOS FIJOS	ESCALAS 1:500	MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA DIRECCIÓN DE OBRAS VIALES DEPARTAMENTO INGENIERÍA - DIVISIÓN ESTUDIOS Y PROYECTOS	OBRA: PAVIMENTACIÓN B° LOS SAUCOS	PLANO DE: PLANIALTIMETRIA Calle LOS MOLLES Entre 0+000.00 y 0+350.00	PLANO N° 01
	— PROYECTO	▨ ROTURA PAVIMENTO EXISTENTE	▲ COTAS DE PROYECTO					

PLANIALTIMETRIA Calle LOS MOLLES
Entre 0+350.00 y 0+518.94

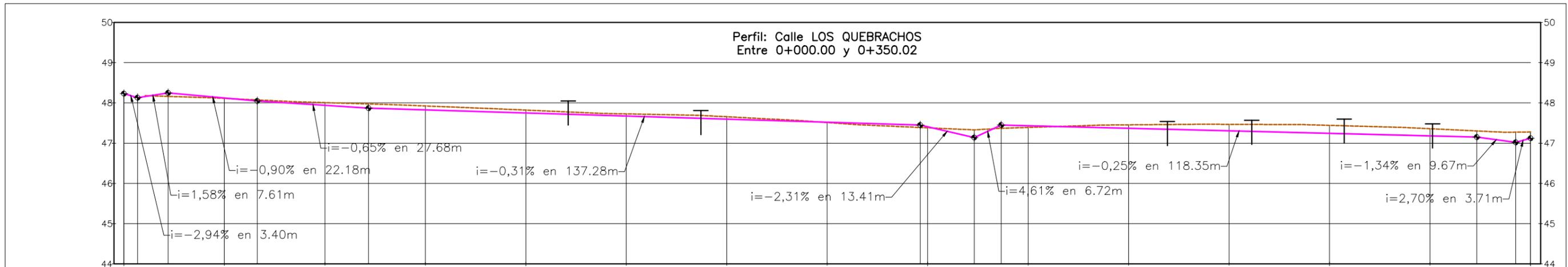


REFERENCIAS:

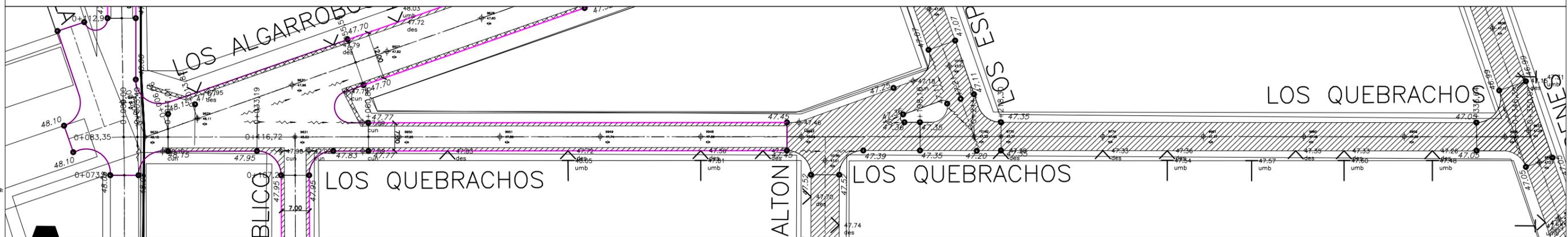
REFERENCIAS	— TERRENO	▨ PAVIMENTO EXISTENTE	▲ 10.00 PUNTOS FIJOS	ESCALAS 1:500 1:500	MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA		OBRA: PAVIMENTACIÓN B° LOS SAUCES	PLANO DE:		PLANO N° 01 TOTAL DE PLANOS 01		
	— PROYECTO	▨ ROTURA PAVIMENTO EXISTENTE	▲ 10.00 COTAS DE PROYECTO		DIRECCIÓN DE OBRAS VIALES			EXPEDIENTE:			FECHA:	ESCALAS:
	T ↓ UMBRALES	▲ 10.00 COTAS DE TERRENO NATURAL	▲ 10.00 COTAS DE TERRENO NATURAL		DEPARTAMENTO INGENIERÍA - DIVISIÓN ESTUDIOS Y PROYECTOS			-			Enero 2019	ESCALA=1:500
▲ DESAGÜES					PROYECTO	DIRECTOR:						
					DIBUJO	JEFE DEPARTAMENTO:						
					COLABORO	JEFE DIVISIÓN:						



PLANIALTIMETRIA Calle LOS QUEBRACHOS
Entre 0+000.00 y 0+350.00



P.K.	0+100										0+200										0+300									
PROGRESIVAS	0,00	3,40	25,00	50,00	60,88	75,00	100,00	118,56	125,00	150,00	168,64	175,00	200,00	225,00	243,65	250,00	275,00	293,65	300,00	325,00	343,65	350,00								
DISTANCIA PARCIAL	3,40	21,60	25,00	10,88	14,12	25,00	18,56	6,44	25,00	18,64	6,36	25,00	25,00	18,65	6,35	25,00	18,65	6,35	25,00	18,65	6,35	6,35								
COTA TERRENO			48,11	48,01	47,97	47,92	47,82	47,74	47,73	47,66	47,56	47,51	47,38	47,39	47,45	47,46	47,47	47,46	47,44	47,36	47,27	47,28								
COTA RASANTE			48,11	48,01	47,97	47,92	47,82	47,74	47,73	47,66	47,56	47,51	47,38	47,39	47,45	47,46	47,47	47,46	47,44	47,36	47,27	47,28								
COTA ROJA RASANTE			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00								



REFERENCIAS:

—	TERRENO	▨	PAVIMENTO EXISTENTE	▲	10,00 PUNTOS FIJOS
—	PROYECTO	▨	ROTURA PAVIMENTO EXISTENTE	▲	10,00 COTAS DE PROYECTO
T ↓	UMBRALES	▲	10,00 COTAS DE TERRENO NATURAL		
∨	DESAGÜES				



MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA
DIRECCIÓN DE OBRAS VIALES
DEPARTAMENTO INGENIERÍA – DIVISIÓN ESTUDIOS Y PROYECTOS

PROYECTO	Barrio Los Sauces	DIRECTOR:	Ing. Carlos Wendler
DIBUJO	Agüero Adrian Alejandro	JEFE DEPARTAMENTO:	Ing. Mauro Tartabini
COLABORO	—	JEFE DIVISIÓN:	Ing. Rene Roggia

OBRA: **PAVIMENTACIÓN B° LOS SAUCES**

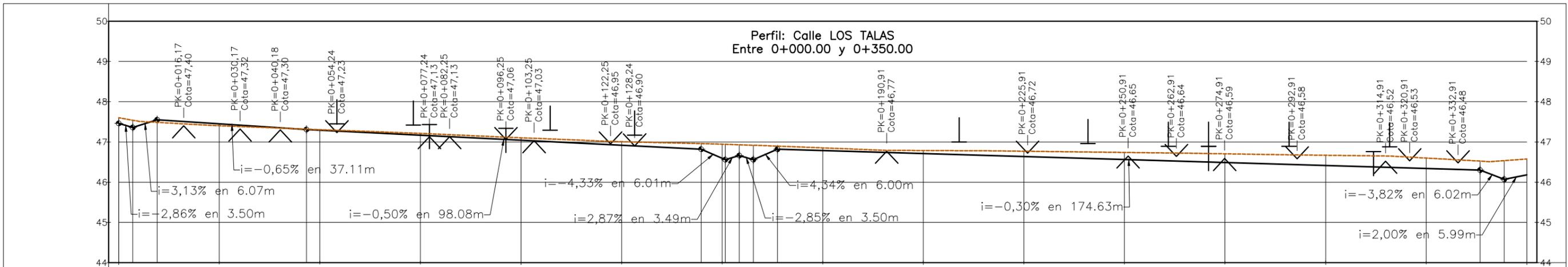
EXPEDIENTE: — FECHA: Enero 2019 ESCALAS: ESCALA=1:500

PLANO DE: **PLANIALTIMETRIA Calle LOS QUEBRACHOS Entre 0+000.00 y 0+350.00**

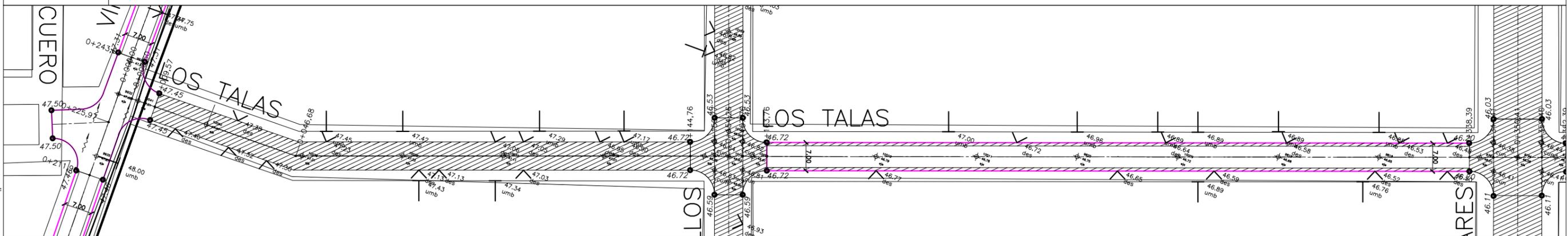
PLANO N° **01**
TOTAL DE PLANOS **01**



PLANIALTIMETRIA Calle LOS TALAS
Entre 0+000.00 y 0+350.00



P.K.	0+100										0+200										0+300									
PROGRESIVAS	0,00	3,50	9,57	25,00	46,68	50,00	75,00	100,00	125,00	144,76	150,00	150,77	154,26	157,76	163,76	175,00	200,00	225,00	250,00	275,00	300,00	325,00	338,39	344,41	350,00					
DISTANCIA PARCIAL	3,50	6,07	15,43	21,68	3,32	25,00	25,00	25,00	19,76	5,24	7,49	5,06	6,00	11,24	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	13,39	6,02	5,59					
COTA TERRENO	47,60	47,54	47,49	47,40	47,32	47,30	47,21	47,10	47,01	46,96	46,94	46,94	46,93	46,92	46,90	46,85	46,79	46,77	46,74	46,71	46,67	46,60	46,52	46,54	46,58					
COTA RASANTE	47,46	47,36	47,55	47,45	47,31	47,29	47,17	47,04	46,92	46,82	46,59	46,56	46,56	46,82	46,79	46,71	46,71	46,64	46,56	46,49	46,41	46,34	46,30	46,07	46,18					
COTA ROJA RASANTE	-0,14	-0,18	0,06	0,05	-0,01	-0,01	-0,04	-0,06	-0,09	-0,14	-0,35	-0,38	-0,27	-0,36	-0,08	-0,07	-0,07	-0,13	-0,18	-0,22	-0,25	-0,26	-0,22	-0,47	-0,40					



REFERENCIAS:

—	TERRENO	▨	PAVIMENTO EXISTENTE	●	10.00 PUNTOS FIJOS
—	PROYECTO	▨	ROTURA PAVIMENTO EXISTENTE	●	10.00 COTAS DE PROYECTO
T ↓	UMBRALES	●	10.00 COTAS DE TERRENO NATURAL		
∨	DESAGÜES				

MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA
DIRECCIÓN DE OBRAS VIALES
DEPARTAMENTO INGENIERÍA - DIVISIÓN ESTUDIOS Y PROYECTOS

PROYECTO: Barrio Los Sauces
DIBUJO: Agüero Adrián Alejandro
COLABORO: -

DIRECTOR: Ing. Carlos Wendler
JEFE DEPARTAMENTO: Ing. Mauro Tartabini
JEFE DIVISIÓN: Ing. Rene Roggia

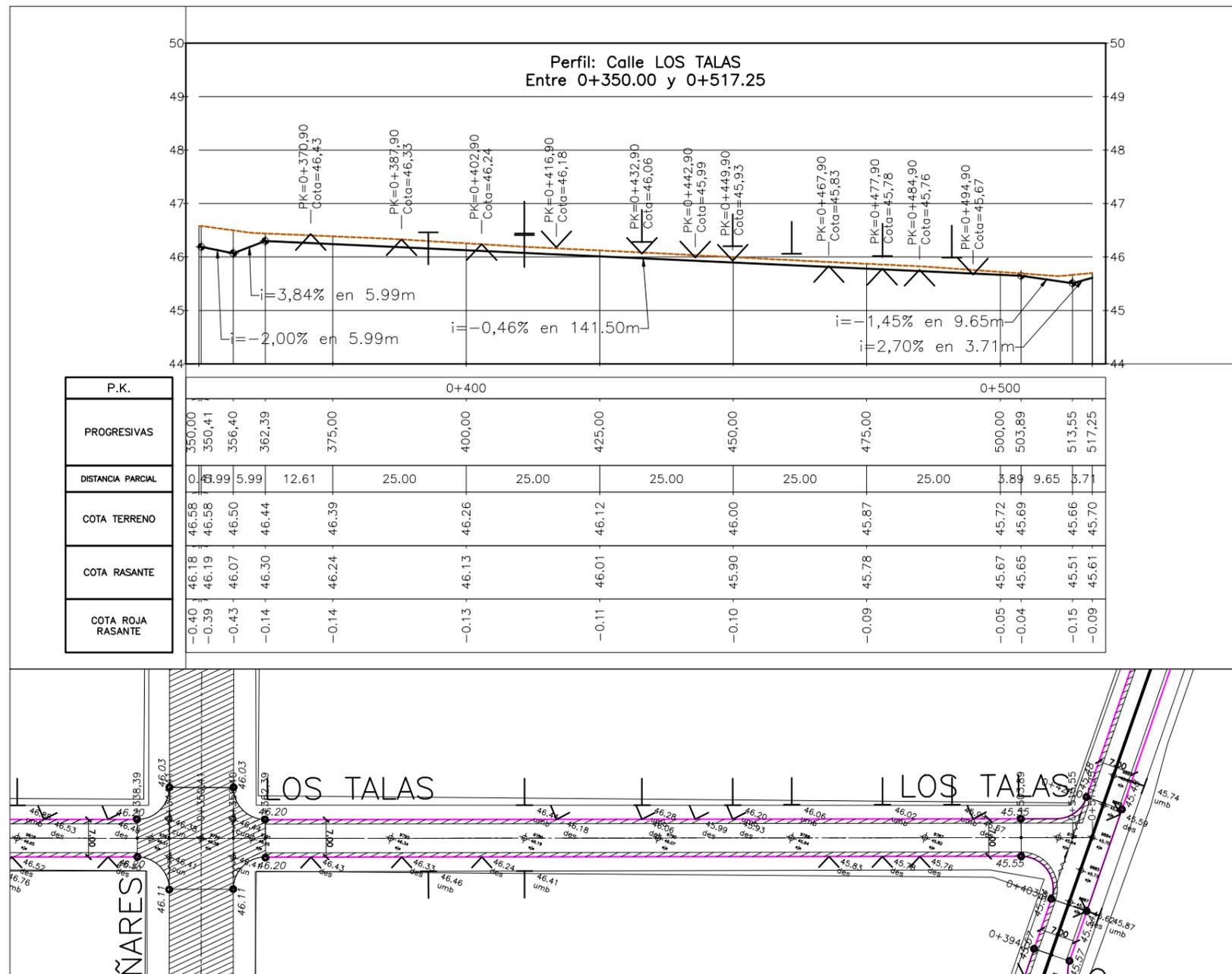
OBRA: **PAVIMENTACIÓN B° LOS SAUCES**

EXPEDIENTE: -
FECHA: Enero 2019
ESCALAS: ESCALA=1:500

PLANO DE: **PLANIALTIMETRIA Calle LOS TALAS Entre 0+000.00 y 0+350.00**

PLANO N° **01**
TOTAL DE PLANOS **01**

PLANIALTIMETRIA Calle LOS TALAS
Entre 0+350.00 y 0+517.25

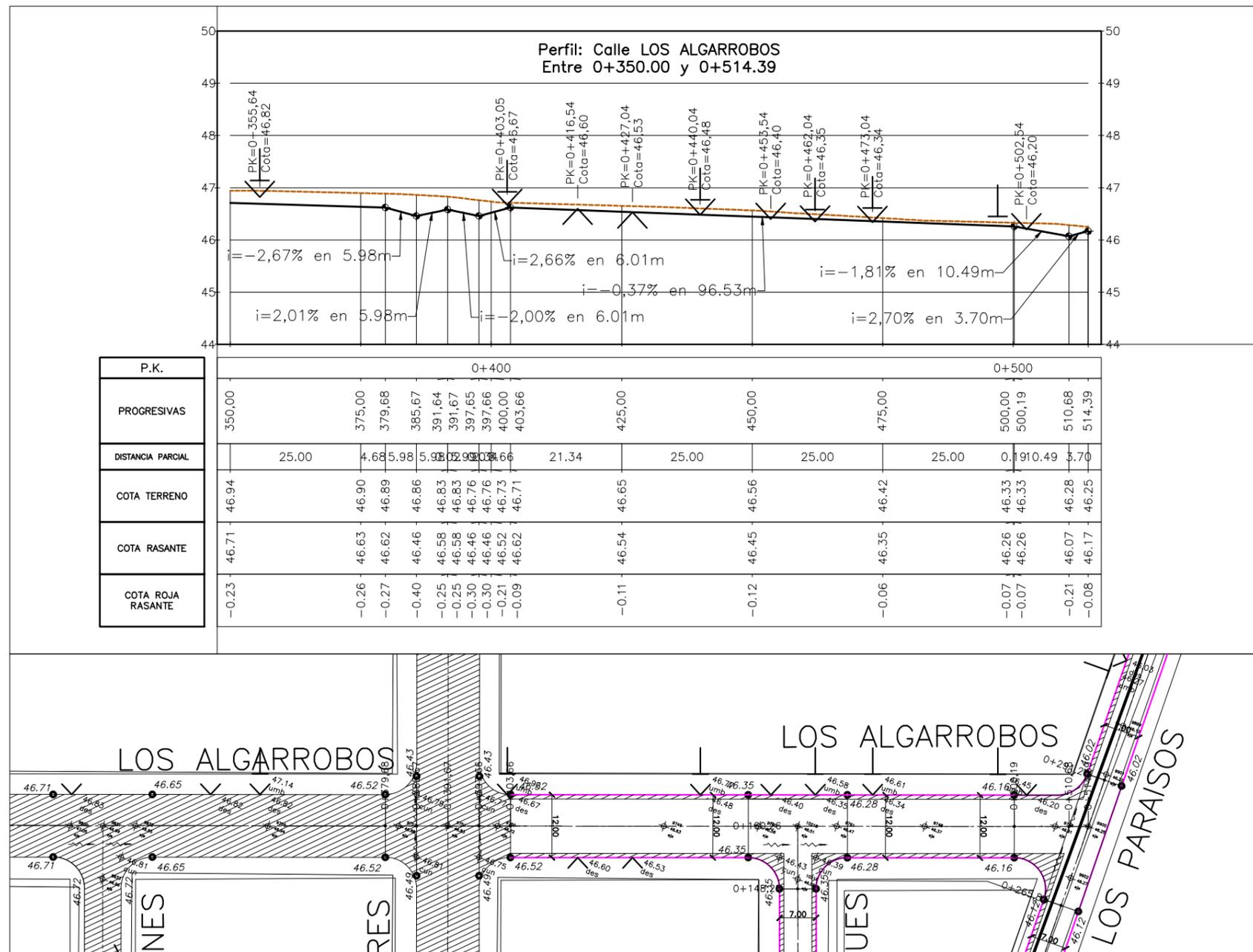


REFERENCIAS:

REFERENCIAS	— TERRENO	▨ PAVIMENTO EXISTENTE	▲ 10.00 PUNTOS FIJOS	ESCALAS 	MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA DIRECCIÓN DE OBRAS VIALES DEPARTAMENTO INGENIERÍA — DIVISIÓN ESTUDIOS Y PROYECTOS	OBRA: PAVIMENTACIÓN B° LOS SAUCES	PLANO DE: PLANIALTIMETRIA Calle LOS TALAS Entre 0+350.00 a 0+517.25	PLANO N° 01
	— PROYECTO	▨ ROTURA PAVIMENTO EXISTENTE						



PLANIALTIMETRIA Calle LOS ALGARROBOS
Entre 0+350.00 y 0+514.39



REFERENCIAS:

—	TERRENO	▨	PAVIMENTO EXISTENTE	▲	10.00 PUNTOS FIJOS
—	PROYECTO	▨	ROTURA PAVIMENTO EXISTENTE	▲	10.00 COTAS DE PROYECTO
T ↓	UMBRALES	▲	10.00 COTAS DE TERRENO NATURAL		
∇	DESAGÜES				



MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA
DIRECCIÓN DE OBRAS VIALES
DEPARTAMENTO INGENIERÍA - DIVISIÓN ESTUDIOS Y PROYECTOS

PROYECTO	Barrio Los Sauces	DIRECTOR:	Ing. Carlos Wendler
DIBUJO	Agüero Adrian Alejandro	JEFE DEPARTAMENTO:	Ing. Mauro Tartabini
COLABORO	-	JEFE DIVISIÓN:	Ing. Rene Roggia

OBRA: **PAVIMENTACIÓN B° LOS SAUCES**

EXPEDIENTE: - FECHA: Enero 2019 ESCALAS: ESCALA=1:500

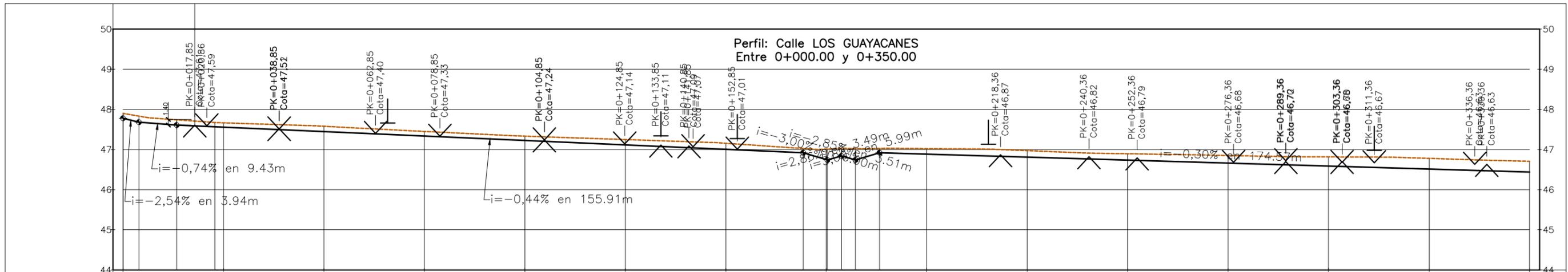
PLANO DE: **PLANIALTIMETRIA Calle LOS ALGARROBOS Entre 0+350.00 y 0+514.39**

TOTAL DE PLANOS: **01**

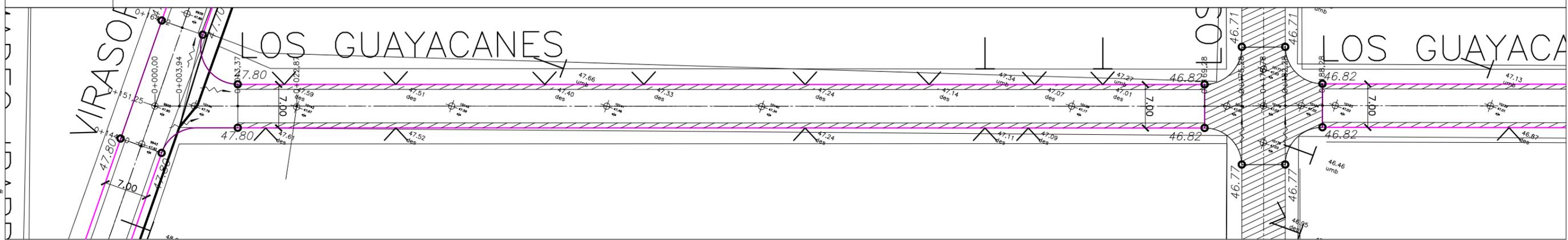
PLANO N° **01**



PLANIALTIMETRIA Calle LOS GUAYACANES
Entre 0+000.00 y 0+350.00



P.K.	0+100										0+200										0+300									
PROGRESIVAS	0,00	3,94	13,37	22,87	25,00	50,00	75,00	100,00	125,00	150,00	169,28	175,00	175,28	178,78	182,28	188,28	200,00	225,00	250,00	275,00	300,00	325,00	350,00							
DISTANCIA PARCIAL	5,94	9,43	9,50	2,13	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	19,28	5,72	2,28	2,51	5,99	11,72	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00							
COTA TERRENO	47,90	47,83	47,74	47,67	47,66	47,58	47,45	47,33	47,25	47,16	47,02	47,01	47,01	47,03	47,02	47,02	46,97	46,97	46,89	46,85	46,82	46,78	46,71							
COTA RASANTE	47,78	47,68	47,61	47,57	47,56	47,45	47,34	47,23	47,12	47,01	46,92	46,75	46,74	46,84	46,74	46,89	46,81	46,81	46,74	46,66	46,59	46,51	46,44							
COTA ROJA RASANTE	-0,12	-0,15	-0,13	-0,10	-0,10	-0,13	-0,11	-0,11	-0,13	-0,15	-0,10	-0,26	-0,27	-0,19	-0,28	-0,11	-0,14	-0,16	-0,16	-0,19	-0,23	-0,27	-0,27							

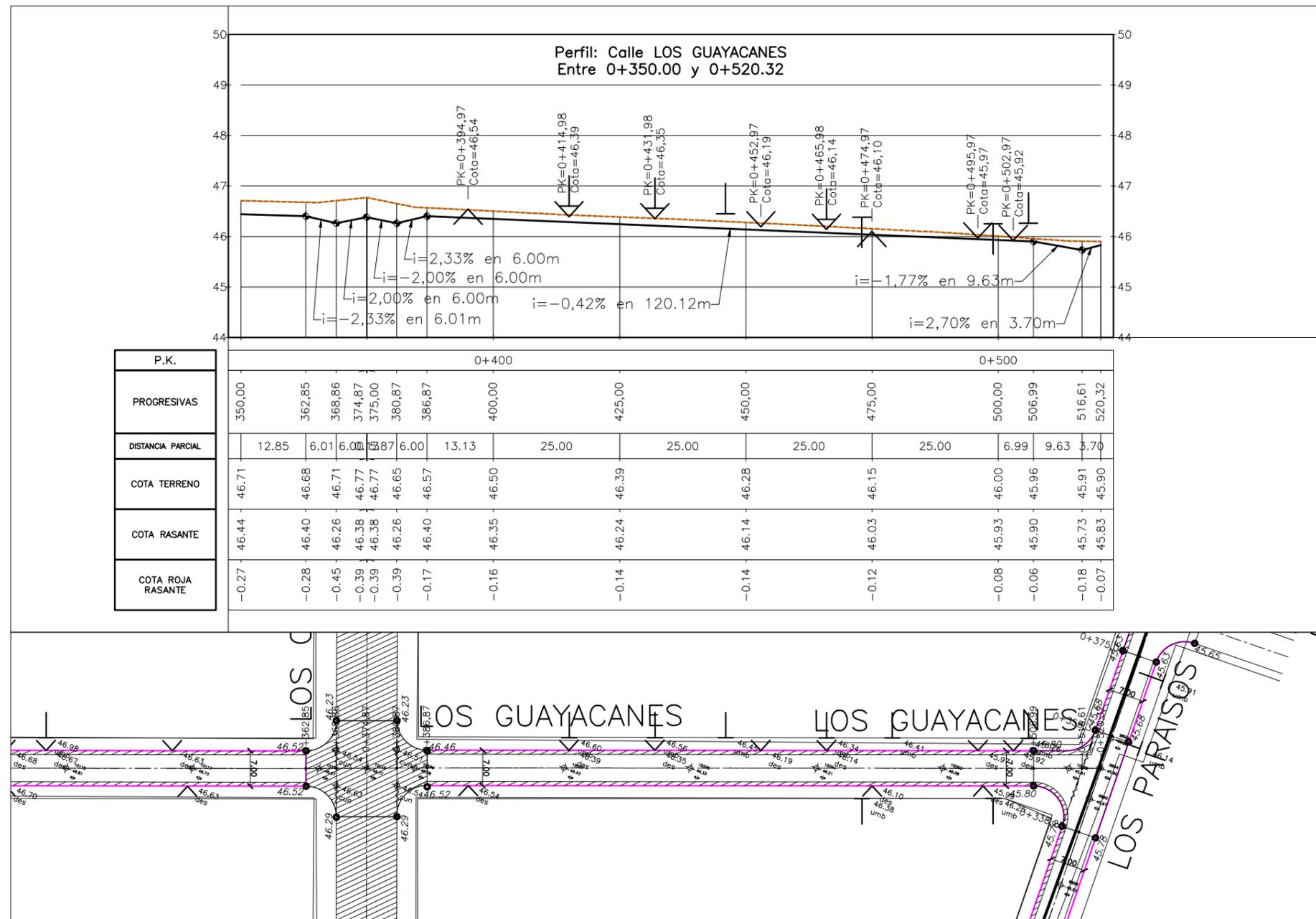


REFERENCIAS:

REFERENCIAS	—	TERRENO	▨	PAVIMENTO EXISTENTE	▲	10.00	PUNTOS FIJOS	ESCALAS 	MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA DIRECCIÓN DE OBRAS VIALES DEPARTAMENTO INGENIERÍA - DIVISIÓN ESTUDIOS Y PROYECTOS		OBRA:	PAVIMENTACIÓN B° LOS SAUCES			PLANO DE:	PLANIALTIMETRIA Calle LOS GUAYACANES Entre 0+000.00 y 0+350.00		PLANO N°	01				
	—	PROYECTO	▨	ROTURA PAVIMENTO EXISTENTE	▲	10.00	COTAS DE PROYECTO				EXPEDIENTE:	—	FECHA:	Enero 2019	ESCALAS:	ESCALA=1:500	TOTAL DE PLANOS	01					
	T ↓	UMBRALES	▲	10.00	COTAS DE TERRENO NATURAL	—	—				—	—	—	—	—	—	—	—					
	∨	DESAGÜES	—	—	—	—	—				—	—	—	—	—	—	—	—					
PROYECTO		Barrio Los Sauces		DIRECTOR:		Ing. Carlos Wendler		DIBUJO		Agüero Adrian Alejandro		JEFE DEPARTAMENTO:		Ing. Mauro Tartabini		COLABORO		—		JEFE DIVISIÓN:		Ing. Rene Roggia	



PLANIALTIMETRIA Calle LOS GUAYACANES
Entre 0+350.00 y 0+520.32

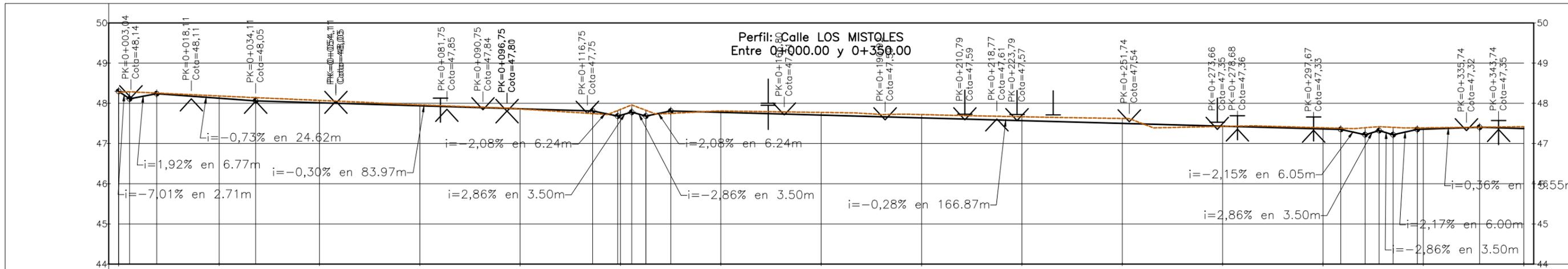


REFERENCIAS:

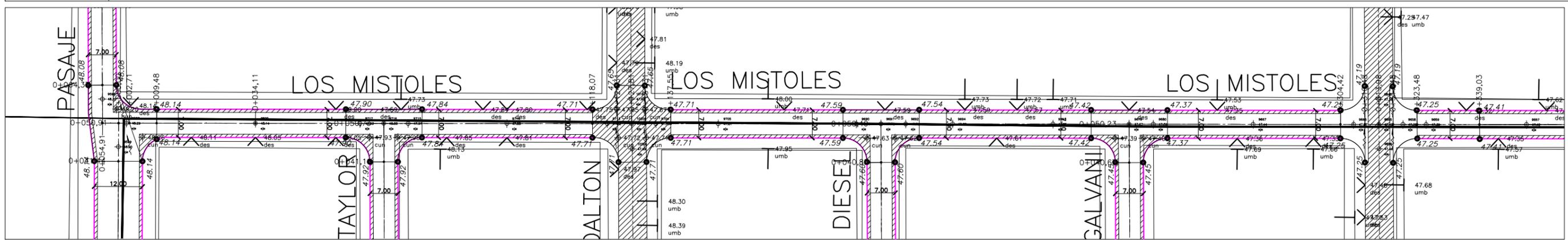
REFERENCIAS	—	TERRENO	▨	PAVIMENTO EXISTENTE	▲	10.00	PUNTOS FIJOS	ESCALAS 1:500 1:500	MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA DIRECCIÓN DE OBRAS VIALES DEPARTAMENTO INGENIERÍA - DIVISIÓN ESTUDIOS Y PROYECTOS		OBRA:	PAVIMENTACIÓN B° LOS SAUCES			PLANO DE:	PLANIALTIMETRIA Calle LOS GUAYACANES		PLANO N°	01	
	—	PROYECTO	▨	ROTURA PAVIMENTO EXISTENTE	▲	10.00	COTAS DE PROYECTO				EXPEDIENTE:	—	FECHA:	Enero 2019	ESCALAS:	ESCALA=1:500	Entre 0+350.00 y 0+520.32		TOTAL DE PLANOS	01
	↑	UMBRALES	▲	10.00	COTAS DE TERRENO NATURAL															
	∇	DESAGÜES																		
PROYECTO: Barrio Los Sauces DIRECTOR: Ing. Carlos Wendler DIBUJO: Agüero Adrian Alejandro JEFE DEPARTAMENTO: Ing. Mauro Tartabini COLABORO: — JEFE DIVISIÓN: Ing. Rene Roggia																				



PLANIALTIMETRIA Calle LOS MISTOLES
Entre 0+000.00 y 0+350.00



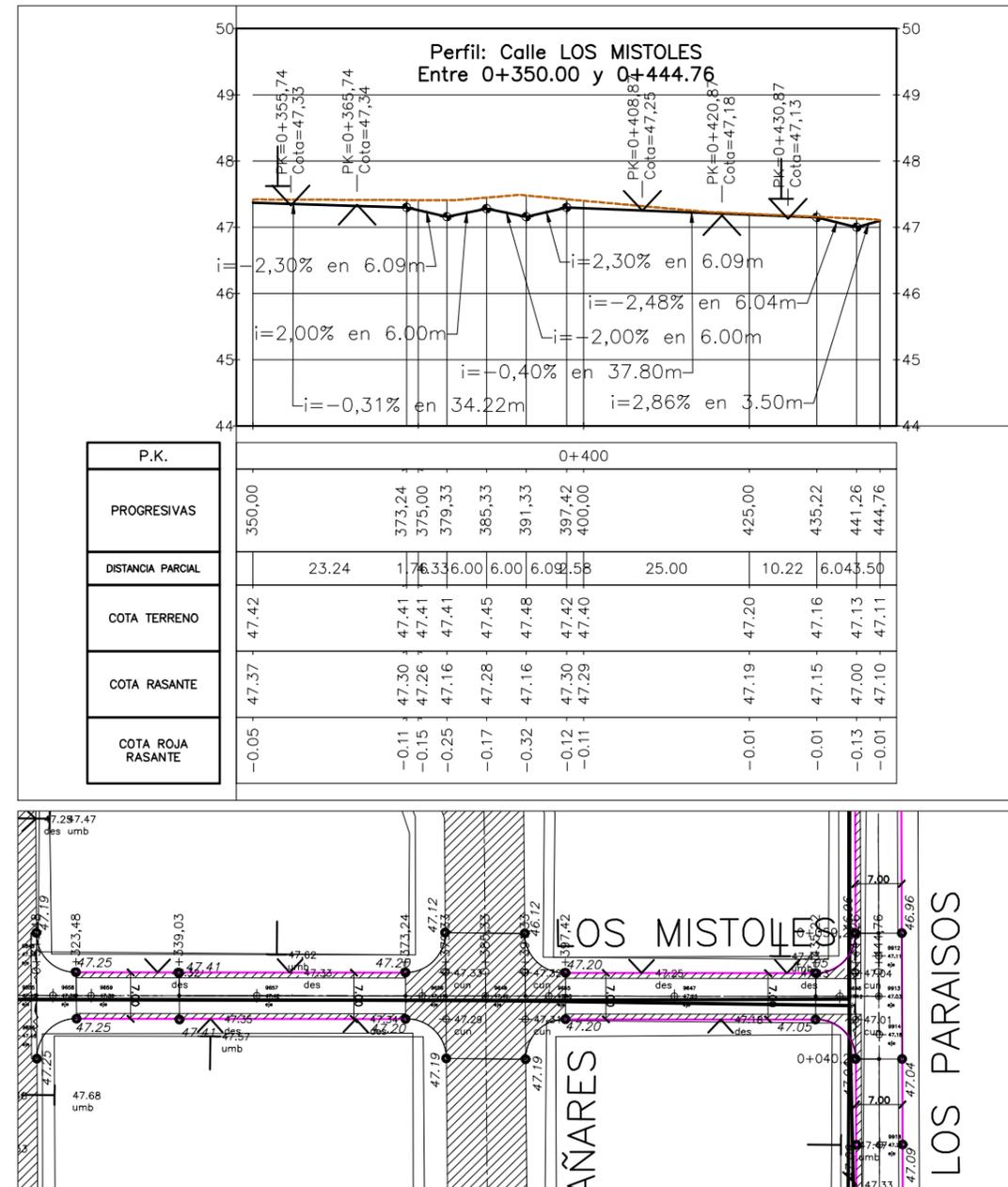
P.K.	0+100										0+200										0+300									
PROGRESIVAS	0,00	2,71	9,48	25,00	34,11	50,00	75,00	100,00	118,07	124,31	125,00	127,81	127,81	131,31	137,55	150,00	175,00	200,00	225,00	250,00	275,00	300,00	304,42	310,48	313,98	317,48	323,48	325,00	339,03	350,00
DISTANCIA PARCIAL	2,71	16,77	15,52	9,11	15,89	25,00	25,00	18,07	6,24	6,24	6,24	6,24	6,24	12,45	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	4,42	6,05	3,50	6,00	5,52	14,03	10,97		
COTA TERRENO	48,27	48,29	48,26	48,18	48,14	48,07	47,96	47,86	47,74	47,82	47,85	47,86	47,86	47,83	47,75	47,81	47,77	47,72	47,67	47,62	47,42	47,39	47,38	47,39	47,42	47,40	47,39	47,39	47,41	47,42
COTA RASANTE	48,30	48,11	48,24	48,13	48,06	48,01	47,94	47,86	47,81	47,68	47,85	47,81	47,81	47,78	47,81	47,78	47,71	47,64	47,57	47,50	47,43	47,36	47,35	47,22	47,32	47,22	47,35	47,36	47,41	47,37
COTA ROJA RASANTE	0,03	-0,18	-0,02	-0,06	-0,08	-0,06	-0,02	0,00	0,07	-0,14	-0,15	-0,18	-0,18	-0,15	0,06	-0,03	-0,07	-0,08	-0,10	-0,12	0,01	-0,03	-0,03	-0,17	-0,10	-0,18	-0,04	-0,03	0,00	-0,05



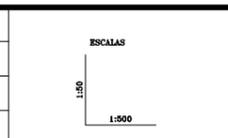
REFERENCIAS	TERRENO	PAVIMENTO EXISTENTE	10.00 PUNTOS PLUS	ESCALAS 	MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA DIRECCIÓN DE OBRAS VIALES DEPARTAMENTO INGENIERÍA - DIVISIÓN ESTUDIOS Y PROYECTOS			OBRA:	PAVIMENTACIÓN B° LOS SAUCES			PLANO DE:	PLANIALTIMETRIA Calle LOS MISTOLES Entre 0+000.00 y 0+350.00		PLANO N°	01	
	PROYECTO	ROTURA PAVIMENTO EXISTENTE	COTAS DE PROYECTO					PROYECTO	Barrio Los Sauces	DIRECTOR:	Ing. Carlos Wendler	EXPEDIENTE:	-	FECHA:	Enero 2019	ESCALAS:	ESCALA=1:500
	UMBRALES	COTAS DE PROYECTO	COTAS DE TERRENO NATURAL		DIBUJO	Agüero Adrian Alejandro	JEFE DEPARTAMENTO:	Ing. Mauro Tartabini	COLABORO	-							
	DESAGÜES	COTAS DE TERRENO NATURAL					JEFE DIVISIÓN:	Ing. Rene Roggia									



PLANIALTIMETRIA Calle LOS MISTOLES
Entre 0+350.00 y 0+444.76



REFERENCIAS	TERRENO	PAVIMENTO EXISTENTE	10.00 PUNTOS PLUS
	PROYECTO	ROTURA PAVIMENTO EXISTENTE	
	UMBRALES	COTAS DE PROYECTO	
	DESAGÜES	COTAS DE TERRENO NATURAL	



MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA
DIRECCIÓN DE OBRAS VIALES
DEPARTAMENTO INGENIERÍA - DIVISIÓN ESTUDIOS Y PROYECTOS

PROYECTO	Barrio Los Sauces	DIRECTOR:	Ing. Carlos Wendler
DIBUJO	Agüero Adrián Alejandro	JEFE DEPARTAMENTO:	Ing. Mauro Tartabini
COLABORO	-	JEFE DIVISIÓN:	Ing. Rene Roggia

OBRA: **PAVIMENTACIÓN B° LOS SAUCES**

EXPEDIENTE:	FECHA:	ESCALAS:
-	Enero 2019	ESCALA=1:500

PLANO DE: **PLANIALTIMETRIA Calle LOS MISTOLES**
Entre 0+350.00 y 0+444.76