



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS FISICAS Y NATURALES

INFORME TECNICO FINAL - PRACTICA SUPERVISADA

CONSTRUCCION DE CORDONES CUNETAS Y BADENES EN RECORRIDOS DE  
TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS Y CONEXIONES BARRIALES.

BARRIO INDUSTRIAL

Autor: ZAGHIS, Mariángeles

Tutor: Ing. ARRANZ, Pablo

Supervisor externo: Ing. TARTABINI, Mauro Iván

Córdoba, 2014.-

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en primer lugar a todas aquellas personas que estuvieron brindándome su apoyo incondicional durante todos estos años.

A mi Familia, por darme la posibilidad de llevar a cabo esta etapa tan importante en mi vida, siendo parte de ella desde el primer día. A TODOS aquellos que hoy están a mi lado y a los que lamentablemente ya no, pero sí en mi corazón.

A mi Amor y compañero de estudio, que nunca me dejó bajar los brazos y me acompañó en todo momento. Agradezco todo lo que hizo por mí, ya que fue muy importante su participación en esta instancia.

Amigos y compañeros, que fueron parte de este proceso y estuvieron siempre.

A mi Tutor, Ing. Arranz y a todos los profesores de la U.N.C. que me acompañaron, colaborando y compartiendo sus conocimientos conmigo.

A todo el grupo de personas que forman parte de la Dirección de Obras Viales de la Municipalidad de Córdoba que me ayudaron, me ensaaron y compartieron su experiencia generosamente.

## RESUMEN

La presente Práctica Profesional Supervisada se ha llevado a cabo en la Dirección de Obras Viales, en las oficinas de Estudios y Proyectos, de Mantenimiento de obras viales y Laboratorio de control de calidad de la Municipalidad de Córdoba.

Las tareas desarrolladas respondieron, principalmente, al proyecto vial en zona urbana de la obra caratulada “CONSTRUCCION DE CORDONES CUNETAS Y BADENES EN RECORRIDOS DE TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS Y CONEXIONES BARRIALES”, ubicada en barrio Industrial de la ciudad de Córdoba.

El objetivo principal de la misma fue el de proveer a la zona, que forma parte del recorrido de transporte urbano de pasajeros, de la infraestructura necesaria para que el servicio se desarrolle de modo más fluido y sin inconvenientes logrando de esta manera una conexión barrial al vincular el tramo ejecutado con calles pavimentadas. A su vez se pretende 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).

Se destaca la solución que brinda la obra de cordón cuneta en la Ciudad de Córdoba al establecer un principio de urbanización que da líneas y niveles definitivos, asegura los desagües, permite la construcción de veredas con carácter permanente, brindando un mayor grado de consolidación de la urbanización existente y su costo es substancialmente inferior al que debe afrontarse por el pavimento completo. Motivo por el que se ha apelado a este recurso para beneficiar a las partes más alejadas de la mancha urbana, con relación a la zona céntrica.

Las tareas y responsabilidades en las cuales la alumna tuvo participación corresponden a las etapas de anteproyecto, proyecto e inspección de obras. Incluyendo tanto el diseño, como la ejecución de los planos; cómputo métrico y presupuesto; búsqueda de antecedentes; visitas de obra y ensayos de laboratorio.

Se detallan en el informe aspectos relacionados con cada una de las etapas mencionadas anteriormente, señalando analogías y contrastes entre la teoría y lo que realmente es llevado a cabo en la práctica.

## INDICE

CAP 1: INTRODUCCION .....	7
1.1 OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA. ....	7
1.2 ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA PRÁCTICA SUPERVISADA.....	7
1.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO ENCOMENDADO. ....	8
CAP. 2: DESCRIPCION DEL PROYECTO .....	9
2.1 UBICACIÓN.....	9
2.2 DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO .....	11
2.3 BUSQUEDA DE ANTECEDENTES, NIVELACION.....	11
2.4 DESCRIPCIÓN DEL PERFIL TRANSVERSAL.....	12
2.5 DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE ESTRUCTURAL.....	13
2.6 DESAGÜE DE AGUAS PLUVIALES.....	17
2.7 DEFINICIÓN DE LA PLANIALTIMETRÍA.....	18
CAP. 3: INSPECCION DE LAS ETAPAS DE OBRA.....	20
3.1 MOTIVO DE LA INSPECCION .....	20
3.2 INSTALACION DEL OBRADOR .....	20
3.3 DESCRIPCION DE TAREAS.....	21
3.4 REPLANTEO PLANIALTIMETRICO .....	22
3.5 LIMPIEZA DEL TERRENO, DESMONTE .....	22
3.6 EXCAVACION .....	23
3.7 PREPARACION DE LA SUBRASANTE .....	25
3.7.1 Recomendaciones generales. ....	25
3.7.2 Ejecución.....	25
3.8 HORMIGONADO.....	28
3.8.1 Ejecución.....	29
3.8.2 Distribución del hormigón .....	30
3.8.3 Moldes laterales fijos .....	32
3.8.4 Juntas de contracción y de construcción. ....	35
3.8.5 Sellado de juntas. ....	37
3.8.6 Curado de hormigón. ....	38
3.8.7 Protección del hormigón. ....	40

3.8.8	Cordones curvos y rectos. ....	42
3.8.9	Alineación de cordones. ....	43
CAP. 4: CONTROL DE CALIDAD .....		45
4.1	CONTROL DE CALIDAD PARA MATERIALES CONSTITUTIVOS DE LA SUBRASANTE.....	45
4.1.1	Determinación del Límite Líquido y Plástico.....	45
4.1.2	Compactación de Suelos. ....	49
4.1.3	Control de compactación por el método de la arena. ....	54
4.2	CONTROL DE CALIDAD PARA EL HORMIGON ELABORADO .....	58
4.2.1	Ensayo de asentamiento con el Tronco de Cono de Abrams (IRAM-1536) 58	
4.2.2	Ensayo de resistencia a la rotura por compresión. ....	59
CAP. 5: CÓMPUTO Y PRESUPUESTO .....		66
5.1	DETALLE DE TAREAS Y CANTIDADES .....	66
5.2	CERTIFICACION DE OBRA.....	69
CAP. 6: CONCLUSIONES.....		70
6.1	CONCLUSIONES ESPECÍFICAS DEL INFORME.....	70
6.2	CONCLUSIONES GENERALES DE LA EJECUCIÓN DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA.....	71
CAP. 7: ANEXOS .....		72
7.1	ANEXO I: PLANIMETRÍA GENERAL.....	72
7.2	ANEXO II: PLANIALTIMETRÍA CALLE CLETO AGUIRRE .....	73
7.3	ANEXO III: PLANIALTIMETRÍA CALLE CLETO AGUIRRE CONTINUACION ...	74
7.4	ANEXO IV: PLANIALTIMETRÍA CALLE CURUNAO.....	75
7.5	ANEXO IV: HIGIENE Y SEGURIDAD EN OBRA.....	76
7.5.1	ART .....	76
7.5.2	Desmante y movimiento de suelo .....	76
7.5.3	Hormigonado .....	77
CAP. 8: BIBLIOGRAFIA .....		78

## INDICE DE FIGURAS

Figura 2.01: Ubicación general de la obra.....	9
Figura 2.02: Clasificación de áreas homogéneas.....	10
Figura 2.03: Calles ejecutadas y sus entorno .....	10
Figura 2.04: Perfil transversal calle Cleto Aguirre .....	13
Figura 2.05: Detalle de conexión clandestina.....	16
Figura 2.06: Conexión clandestina.....	16
Figura 2.07: Niveles de inundabilidad .....	17
Figura 2.08: Perfil Longitudinal .....	19
Figura 3.01: Escombros y suelo excedente sobre terreno privado .....	23
Figura 3.02: Excavación con minicargadora .....	24
Figura 3.03 Remoción de material sobrante con mini retroexcavadora .....	24
Figura 3.04: Perfilado de subrasante .....	26
Figura 3.05: Preparación de subrasante .....	26
Figura 3.06: Compactación de subrasante.....	26
Figura 3.07: Subrasante compactada y perfilada en zona de cordon cuneta .....	27
Figura 3.08: Colocación de moldes en superficie de bocacalle .....	27
Figura 3.09: Paño de bocacalle previo al hormigondado.....	27
Figura 3.10: Colado del hormigón .....	29
Figura 3.11 Vibrado del hormigón .....	30
Figura 3.12: vibrador de inmersión o aguja .....	31
Figura 3.13: Cinta para alisar hormigón. ....	31
Figura 3.14: Colocación de Moldes.....	33
Figura 3.15: Colocación de moldes, práctica incorrecta. ....	34
Figura 3.16: Colocación de moldes, práctica correcta.....	34
Figura 3.17: Desencofrado de cordón cuneta. ....	35
Figura 3.18: Juntas en bocacalles y badenes. ....	37
Figura 3.19: Sellado de Juntas .....	38
Figura 3.20 a 3.22: Paños de H° fisurados.....	40
Figura 3.23: Paño de bocacalle arruinada por falta de protección.....	41
Figura 3.24: Paño de bocacalle con detalles para bacheo. ....	41
Figura 3.25: Cercado con cintas de peligro .....	42
Figura 3.26: Interrupción del cordón .....	43
Figura 3.27: Cordón cuneta terminado.....	44
Figura 4.01: Equipo necesario para determinación del Límite Líquido y Plástico. ....	46
Figura 4.02: Límite Líquido. ....	47
Figura 4.03: Ensayo de Compactación. ....	50
Figura 4.04: Curva Humedad – Densidad.....	53
Figura 4.05: Dispositivo de ensayo. ....	54
Figura 4.06: Ejecución del pozo sobre subrasante.....	56
Figura 4.07: Recolección del suelo extraído. ....	56
Figura 4.08: Cono de Abrams.....	58
Figura 4.09: Medición del Asentamiento. ....	59
Figura 4.10: Probeta de hormigón para ensayo. ....	60
Figura 4.11: Prensa para ensayo.....	61

## INDICE DE TABLAS

Tabla 4.01: Determinación de la Humedad Natural de la muestra. ....	48
Tabla 4.02: Resultados del Ensayo- Límite Líquido. ....	48
Tabla 4.03: Resultados del Ensayo- Límite Plástico e Índice Plástico. ....	48
Tabla 4.04: Tamizado. ....	48
Tabla 4.05: Clasificación del suelo. ....	49
Tabla 4.06: Tipos de Ensayos. ....	50
Tabla 4.07: Resultado del Ensayo de Compactación. ....	52
Tabla 4.08: Resultados del Ensayo. ....	57
Tabla 4.09: Referencias de muestras, ubicación y tipo de suelo. ....	57
Tabla 4.10: Datos iniciales de cada muestra. ....	57
Tabla 4.11: Ensayo a la compresión de probetas estándar de Hormigón fecha 30/06/2014. ....	62
Tabla 4.12: Ensayo a la compresión de probetas estándar de Hormigón fecha 02/07/2014. ....	63
Tabla 4.13 Ensayo a la compresión de probetas estándar de Hormigón fecha 03/07/2014. ....	64
Tabla 4.14: Ensayo a la compresión de probetas estándar de Hormigón fecha 04/07/2014. ....	65
Tabla 5.01: Cómputo métrico. ....	66
Tabla 5.02: Resumen. ....	68
Tabla 5.03: Presupuesto Oficial. ....	68

## CAP 1: INTRODUCCION

### 1.1 OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA.

Entre los objetivos del desarrollo de la Práctica Profesional Supervisada pueden distinguirse los siguientes:

- Completar la formación académica con experiencia laboral asesorada y supervisada.
- Integrar a la alumna a un grupo conformado por profesionales y técnicos de distintas especialidades para aprender a trabajar en equipo multidisciplinario en un medio laboral.
- Aplicar a un proyecto los conocimientos adquiridos en la carrera profesional.
- Comprender la responsabilidad que implica el desarrollo de una actividad profesional.
- Tomar conciencia sobre los plazos de obra y conceptos técnico-económicos que se manejan en esta clase de obras.
- Interactuar con el personal de la obra para lograr un buen desenvolvimiento en el campo laboral.
- Adquirir habilidades en el manejo y control de obras.
- Analizar los problemas que se presentan a diario en la obra, de manera de incursionar en la toma de decisiones en cada paso de un proyecto.

### 1.2 ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA PRÁCTICA SUPERVISADA.

Durante el desarrollo de la Práctica Profesional se participó en las tareas de relevamiento topográfico; construcción del modelo digital, definiendo rasantes sobre una traza existente; confección de la Planimetría General y la Planialtimetría con ayuda del software Civilcad 3d. Simultáneamente se realizó el cómputo métrico de la totalidad de ítems de la obra. Por último se formó parte de la inspección, control de procesos constructivos y calidad de materiales a través de ensayos de Laboratorio.

### 1.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO ENCOMENDADO.

Se distinguen los siguientes objetivos específicos:

- Ejecutar el proyecto de las calles de manera tal de lograr un uso eficiente de los recursos, para economizar en los tiempos e insumos: materiales y mano de obra.
- Realizar una revisión del costo de la obra, elaborando un cómputo y presupuesto, cuyo importe total se corresponda con el monto total del contrato de obra.
- Inspeccionar las tareas ejecutadas en obra, verificar el cumplimiento de las normas reglamentarias y Pliego de Especificaciones Técnicas y llevar un control de calidad de las mismas, tanto en la forma de ejecución, como en los materiales empleados por el Contratista, con el fin que se realicen satisfactoriamente.
- Vigilar que el avance de obra se realice como lo establece el contrato de obra y en caso contrario proceder en primer término e informar a la dependencia y en segundo término que ésta obligue al contratista a adoptar las medidas adecuadas con el fin de cumplir con lo estipulado en el contrato.

## CAP. 2: DESCRIPCION DEL PROYECTO

### 2.1 UBICACIÓN

La obra se emplaza en barrio Industrial, un barrio que se encuentra localizado en el sector oeste del área central de la Ciudad de Córdoba, en la capital homónima. En la *figura 2.1* se observa la ubicación general respecto a la mancha urbana.



Figura 2.1: Ubicación general de la obra

Se puede decir que esta zona pertenece a un **área intermedia** dentro de la sectorización que se realiza a la totalidad del asentamiento actual de la Ciudad de Córdoba. De esta manera se identifican porciones del territorio con determinadas características de uso y ocupación del suelo, representadas en la figura 2.2, las cuales son representativas de los diferentes niveles sociales, económicos y culturales tales como:

- Área Central
- Área peri central- barrios tradicionales, sería la primera expansión de la ciudad, de fines del siglo XIX y comienzos del XX.
- Área intermedia, integrada por un conjunto de asentamientos barriales que han sido el resultado de la expansión urbana desarrollada a partir de la década del 50.
- Periferia, es la zona externa a la avenida de Circunvalación en la que se identifican diferentes situaciones en relación al resto del asentamiento: Son espacios que completan el territorio del Ejido municipal y que alojan usos productivos, rurales, industriales, reservas naturales y militares.

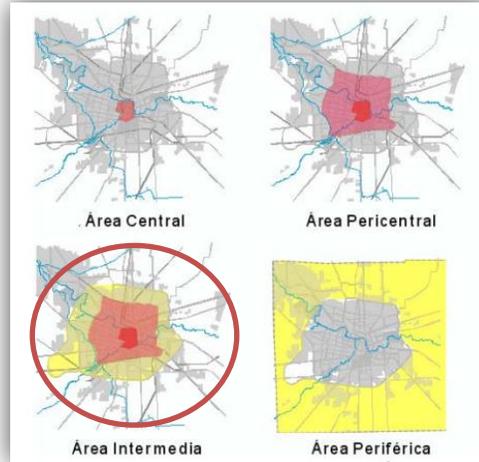


Figura 2.2: Clasificación de áreas homogéneas

Los barrios intermedios conforman la segunda gran expansión de la ciudad, definida por múltiples urbanizaciones inconclusas, destinadas a viviendas unifamiliares individuales en lotes pequeños, en general sin otro complemento que no sea un espacio verde de pequeña superficie y ubicación marginal en su mayoría.

Al encontrarse este barrio en las proximidades de Av. Circunvalación, sufre problemáticas derivadas de su posición, en cuanto a disponibilidad de servicios y equipamientos.

En la figura 2.3 se puede observar una imagen satelital en la que se resaltan las calles ejecutadas y su ubicación con respecto a arterias principales tales como Av. Santa Ana, calle Alto Alegre y Av. Circunvalación.



Figura 2.3: Calles ejecutadas y sus entorno

## 2.2 DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

La obra consistió en la ejecución conjunta de cordones cuneta, bocacalles de hormigón y conformación de gálibo de las calles: Cleto Aguirre y Curunao en un total aproximado de 900m, habiéndose realizado un total de 2.863 m<sup>2</sup> de hormigón y 738m de conformación de calles.

Se denomina cordón cuneta, a la parte del pavimento inmediato a los cordones laterales y a estos también. Incluye además las fajas correspondientes a las cunetas que cruzan las bocacalles.

El monto del proyecto rondó en \$1.500.000 y ha demandado un plazo de ejecución de 180 días aproximadamente.

La obra fue adjudicada a una Unión Transitoria de Empresas (UTE) conformada por las empresas HIRAM SA. y CIAR SA.

Las tareas ejecutadas por la alumna en la etapa de proyecto fueron:

1. Nivelación trigonométrica con Estación Total.
2. Proyecto Planialtimétrico.
3. Cómputo métrico y Presupuesto.
4. Lectura del Pliego Particular de Especificaciones Técnicas.

## 2.3 BUSQUEDA DE ANTECEDENTES, NIVELACION

Acompañando al Topógrafo encargado de realizar la nivelación, en esta instancia se llevó a cabo el relevamiento de todo tipo de detalles relacionados a las calles Cleto Aguirre y Curunao y sus inmediaciones, tales como: puntos en eje de pavimento, cunetas y cordones de vereda existentes aguas arriba; umbrales; desagües; ejes de calle; árboles; construcciones existentes; postes de alumbrado público; puntos pertenecientes a líneas municipales y todo los datos necesarios y relevantes que brindaran información al momento de realizar el proyecto.

La cantidad de puntos a nivelar y la definición de los mismos, estuvo ligado a la experiencia del Profesional y al relieve de la zona. Posteriormente se produjo el procesamiento de la información en formato digital, facilitando el tratamiento de la misma al momento de realizar el proyecto.

Las cotas de los puntos relevados se referenciaron a un sistema de puntos fijos sobre el pavimento existente al cual se vinculó la obra.

## 2.4 DESCRIPCIÓN DEL PERFIL TRANSVERSAL

Al tratarse de una zona urbana se utilizaron perfiles tipo, conforme a Ordenanza Municipal N°8060, que cuentan con los siguientes componentes:

- Vereda
- Cordón Cuneta
- Calzada.

El primer tramo sobre calle Cleto Aguirre comprendió un total de siete cuadras, que van de oeste a este desde la calle Alto Alegre hasta Curunao. Su traza original poseía un ancho de calzada de 7m, por lo que se previó un ensanche a un valor final de calzada de 12m. El perfil tipo tiene las siguientes dimensiones:

- Entre líneas municipales, 20,00m.
- Ancho de vereda, 3,00m.
- Calzada, 12,00m.

El segundo tramo sobre calle Curunao mantuvo un ancho de 7m de calzada en toda su longitud en dirección Norte-Sur hasta llegar a Av. Santa Ana, resultando un perfil tipo de dimensiones:

- Entre líneas municipales 12m.
- Ancho de vereda 2,50m.
- Ancho de calzada 7m.

Las cunetas fueron realizadas de Hormigón simple, en un ancho de 0,60m y espesor de 0,15m ubicadas sobre una capa de suelo natural compactado de 0,15m. Las bocacalles y badenes se ejecutaron en paños de Hormigón simple de 0,18m de espesor y superficie menor a 20m<sup>2</sup>. Por último se realizó conformación de gálibo con agregado pétreo triturado 0-20mm en toda la longitud de ambas calles.

En la figura 2.4 se muestra un perfil con sus componentes y características:

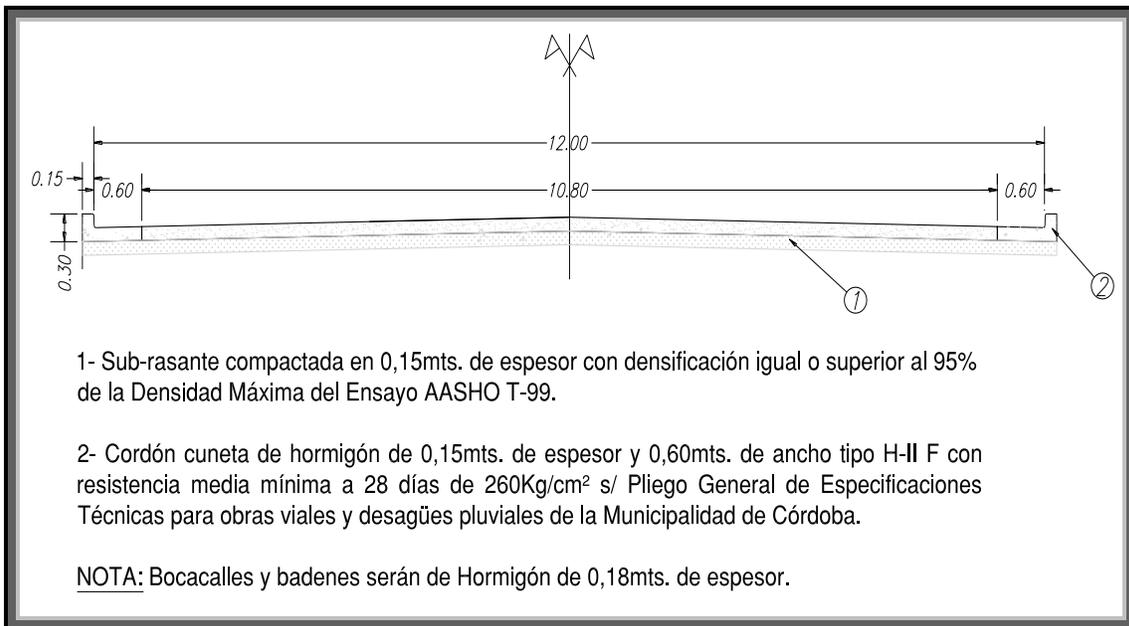


Figura 2.4: Perfil transversal calle Cleto Aguirre

## 2.5 DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE ESTRUCTURAL

Según se pudo determinar en laboratorio, el tipo de suelo disponible en el lugar resultó ser un **A4**, según el sistema de clasificación de suelos del Highway Research Board HBR (Consejo de Investigaciones sobre Caminos - 1941) para obras de ingeniería, basado en el comportamiento de los suelos utilizados en obras viales y reúne las siguientes características:

Es un suelo compuesto esencialmente de limo, con moderada o poca cantidad de material grueso. Cuando estos suelos se encuentran en estado seco, proveen una superficie de rodamiento firme, con ligero rebote al desaparecer las cargas. Cuando absorben agua, rápidamente sufren expansión superficial o pierden estabilidad aún sin manipularlos. Son relativamente inestables con cualquier contenido de humedad y cuando éste es grande, tienen muy baja estabilidad y valor soporte. Son difíciles de compactar porque el contenido de humedad, para obtener densidad satisfactoria, está dentro de estrechos límites.

Tanto los badenes, bocacalles y cordones cunetas se ejecutaron sobre la subrasante, sin interponer una capa de subbase. Esta práctica dista un tanto de lo observado en la teoría, en donde las capas de pavimento rígido se componen de: subrasante, subbase y la losa de concreto. A continuación se hará una breve descripción de cada uno de los elementos que conforman el pavimento rígido.

**a) Subrasante:** La subrasante es el soporte natural, preparado y compactado, en la cual se puede construir un pavimento. La función de la subrasante es dar un apoyo razonablemente uniforme, sin cambios bruscos en el valor soporte, es decir, mucho más importante es que la subrasante brinde un apoyo estable a que tenga una alta capacidad de soporte.

**b) Subbase granular:** La capa de subbase granular es la porción de la estructura del pavimento rígido, que se encuentra entre la subrasante y la losa rígida. Consiste en una o más capas compactas de material granular o estabilizado; la función principal de la subbase es prevenir el bombeo de los suelos de granos finos. La subbase es obligatoria cuando la combinación de suelos, agua, y tráfico pueden generar el bombeo. Tales condiciones se presentan con frecuencia en el diseño de pavimentos para vías principales y de tránsito pesado.

Entre otras funciones que debe cumplir son:

- Proporcionar uniformidad, estabilidad y soporte uniforme.
- Incrementar el módulo (K) de reacción de la subrasante.
- Minimizar los efectos dañinos de la acción de las heladas.
- Proveer drenaje cuando sea necesario.
- Proporcionar una plataforma de trabajo para los equipos de construcción.

**c) Losa:** La losa es de Hormigón simple. El dosaje mínimo de cemento debe determinarse en base a ensayos de laboratorio y por experiencia previas de resistencia y durabilidad.

Las justificaciones del porqué no se utilizó una subbase granular por encima de la subrasante se tratan a continuación:

En primer lugar se sabe que la losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad ( $E=300.000\text{Kg/cm}^2$ ), absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de rueda, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante. Consecuentemente se optó entonces por incrementar el espesor de la losa, que habitualmente es de 0,15m, llevándolo un valor final de 0,18m en bocacalles y badenes. Para la losa del cordón cuneta no se realizó dicho incremento de espesor debido a que no se esperan elevados esfuerzos en esa zona, tales como los que se ejercen en bocacalles y badenes.

En segundo lugar, el material utilizado comúnmente para ejecutar una subbase granular es un suelo arena en proporciones 20-80% proveniente de cantera, pero al momento de cargar el material a los camiones se puede otorgar un suelo arena de diferentes proporciones a la requerida o con poca homogeneización de los elementos componentes, dando como resultado un material muy deficiente y cuyas propiedades pueden variar ampliamente de un punto a otro muy cercano en la cancha. Esto hace que se prefiera un

suelo natural, siempre y cuando sea de características aceptables, antes que el uso de un suelo mal graduado.

Por último, esta obra vial urbana ya cuenta con hechos existentes al momento de realizar los trabajos necesarios, como son las viviendas construidas con algunos años de antigüedad; conductos; instalaciones de servicios e infraestructura preexistente; arboles cuyas raíces interfieren en las tareas de la obra, sumado a la necesidad que tienen personas y vehículos de acceder a las viviendas constantemente y a diario durante todo el período de tiempo en que perdura la obra, etc. Estos hechos condicionan el normal desenvolvimiento del trabajo, a diferencia de un loteo por ejemplo, al cual se pretende proveer de infraestructura totalmente nueva proyectada acorde a las necesidades del lugar, y si bien surgen otro tipo de condicionantes, no son como los mencionados anteriormente. Se generan entonces diversos problemas que carecen de solución inmediata o cuya solución hubiese significado aún un mayor costo de ejecución como el caso de haber tenido que llegar a excavar el espesor correspondiente al paquete estructural compuesto por una losa de hormigón, subbase granular y subrasante, totalizando un valor aproximado de 0,50m en profundidad respecto al nivel de terreno natural.

Se optó consecuentemente por la opción que posiblemente fue la más recomendable a corto plazo y la que mejor se ajustaba a los condicionantes existentes. No obstante se puede decir con seguridad que no será la solución más económica ya que se requerirá, en un menor lapso de tiempo que el habitual, una necesidad de intervención por la aparición temprana de fallas como ser, erosión por bombeo y escalonamiento.

A continuación se detallan una serie de problemáticas puntuales relacionadas con obras en territorios urbanizados, como ejemplo:

- Agrietamientos o fisuras, caídas de revoque, daños diversos a viviendas colindantes por realizar el vibrado y compactación correspondiente en la preparación de subrasantes, bases o subbases granulares.
- Imposibilidad de llegar a la cota de subrasante por interposición con servicios o conductos poco profundos en relación a las cotas de proyecto.
- Disturbios, quejas de personas que se ven afectadas directa e indirectamente por la obra.

Se puede observar en las figuras 2.5 a 2.6 una conexión clandestina del servicio de agua potable, detectada al momento de la preparación de subrasante. Este fue uno de los problemas que surgieron en obra y resultó necesario reparar y readecuar por parte del Contratista, cuidando de no dejar desprovisto de agua a la zona para evitar la irritación de las personas afectadas por este inconveniente.



Figura 2.5: Detalle de conexión clandestina

Figura 2.6: Conexión clandestina

Estas conexiones significaron una demora adicional en los plazos de obra, debido a la necesidad de reparar tramos que fueron destruidos por las maquinarias al momento de realizar el movimiento de suelo y posteriormente el compromiso de reubicar estas redes de agua clandestinas, que abastecían a un número de viviendas considerables del barrio. Ante este tipo de problemas encontrados en obra, se optó por dar aviso a la entidad correspondiente, en este caso “Aguas Cordobesas”, pero la empresa encargada de brindar este servicio en la ciudad de Córdoba no se involucró en esta situación al encontrarse el barrio fuera del área servida por la Entidad.

Se presume que estos barrios de bajos recursos o asentamientos precarios difícilmente puedan afrontar los costos que implica la ampliación de la red de agua. Pero en el caso de estar en condiciones de solicitar la extensión del servicio, se cree que difícilmente pueda ser factible dicha ampliación al ser un área afectada por un alto grado de colapsabilidad, normalmente conocida como mallín cuando se presenta en casos puntuales, tal cuál se pudo observar a pocas cuadras del lugar. En general, los mallines presentan una disposición elongada, en coincidencia con la dirección del escurrimiento del agua y alcanzan un mayor desarrollo sobre los barrios del oeste, sudoeste, sur y sudeste de la Ciudad de Córdoba, al estar asentados sobre un suelo loessico. Cuando el suelo se satura con líquidos cloacales o roturas de cañerías de agua es muy susceptible al colapso y ese riesgo implicaría una entera responsabilidad por parte de Aguas Cordobesas ante cualquier daño eventual a las viviendas afectadas por hundimientos.

## 2.6 DESAGÜE DE AGUAS PLUVIALES

El trazado se desarrolló sobre topografía principalmente llana, en una zona urbana con viviendas consolidadas que poseían cotas de umbrales y desagües pluviales muy bajas en relación al terreno natural, confiriéndole condicionantes al diseño de la rasante por constituir puntos de paso a los que no se podía ignorar puesto que se debía 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.

Las especificaciones a cumplir son las expresadas en los siguientes conceptos:

*Función básica:* Para calles locales, colectoras y arteriales el límite admisible asegura que 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 0,50m.

*Función complementaria:* Para calles locales el límite admisible es tal que no se debe sobrepasar la altura del cordón aun cuando se pueda alcanzar el coronamiento.

El detalle de los límites de inundabilidad se muestra en la figura 2.7.

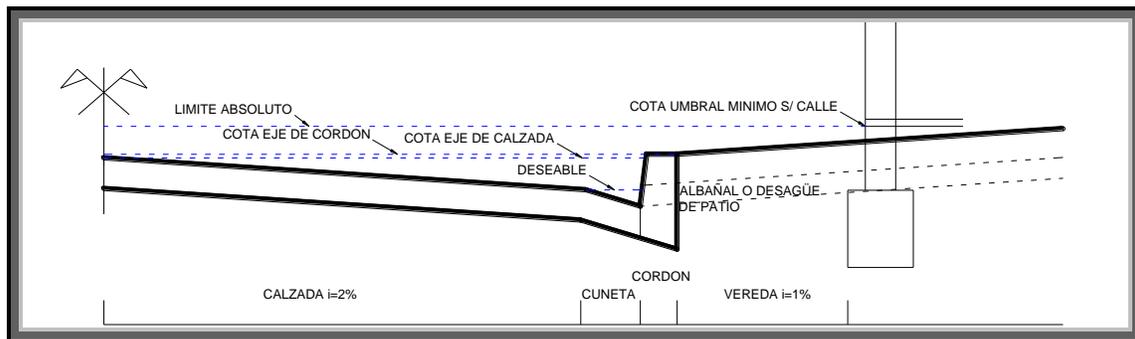


Figura 2.7: Niveles de inundabilidad

El escurrimiento superficial de las aguas de lluvia es garantizado por pendientes deseables del tres por mil (0,3%) o superiores cuando se hace la recolección del agua por cordón cuneta revestido. En casos en que sea imposible llegar a esta pendiente mínima deseable se aceptan pendientes mínimas absolutas del 0,15%.

Considerando lo dicho anteriormente se ha tenido que limitar los valores de pendiente longitudinal a un mínimo, variable en función de la pendiente natural del terreno, para asegurar un adecuado drenaje.

## 2.7 DEFINICIÓN DE LA PLANIALTIMETRÍA

Por ser un barrio consolidado con sus calles definidas en los parcelarios, el diseño planimétrico de este proyecto no fue desarrollado, 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.

El diseño altimétrico del proyecto contempló la definición de la rasante de las calles Cleto Aguirre y Curunao. Partiendo de puntos fijos sobre el pavimento existente en coincidencia con el fin de curva de la bocacalle en la que se intersectan las calles Alto Alegre y Cleto Aguirre y procurando que el tramo proyectado tuviese como cota de inicio a estos puntos fijos se procedió al trazado de la rasante tratando de seguir en lo posible el terreno natural para evitar que se efectúen grandes volúmenes de movimiento de suelo.

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. Es 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.

Al verificar los umbrales y albañales se asumió un margen de 0,10m; valor donde la rasante puede quedar por encima de éstos. La definición de este margen se debe a que la rasante coincide con el eje de la calzada y se corresponde con el punto más alto del perfil tipo, en cambio los umbrales y albañales están ubicados en ambos laterales de la calle y en contrapendiente del 2% respecto al eje, valor que para una distancia lateral horizontal de 3,50m (media calzada para un ancho de 7m en total) representa aproximadamente un descenso de 0,10m por debajo del eje, siendo este nivel coincidente con la línea de agua de la cuneta.

La figura 2.8 muestra una parte del perfil longitudinal del proyecto de calle Cleto Aguirre en donde se puede observar en color magenta la rasante, en sepia el terreno natural, también se muestran las pendientes y longitudes de cada tramo y los símbolos de umbrales y albañales en color verde proyectados en el perfil. En la “guitarra” se proporciona la información sobre progresivas parciales y totales, cotas de rasante proyectada, de terreno y cota roja, sirviendo de ayuda para una mejor interpretación en obra.

.

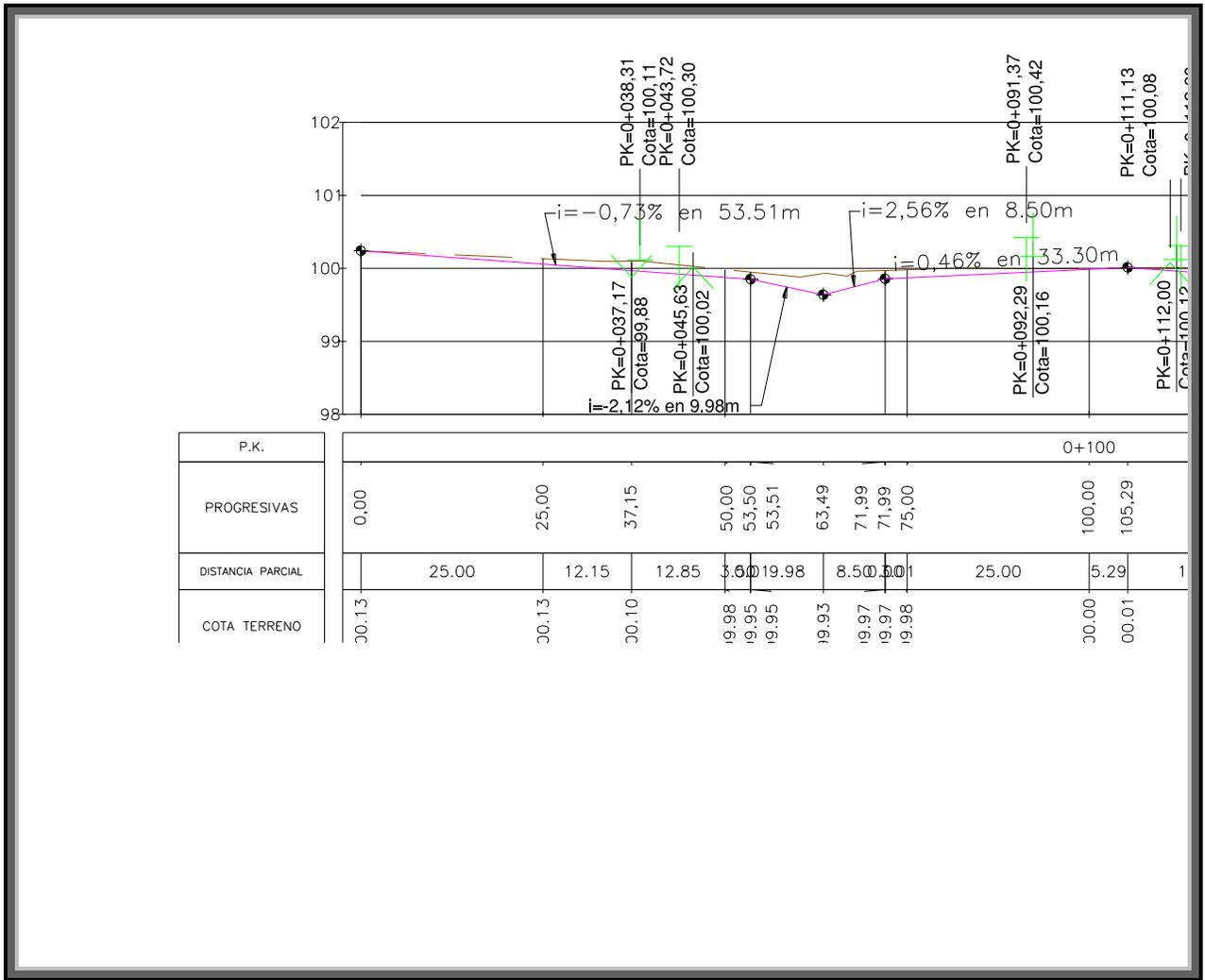


Figura 2.8: Perfil Longitudinal

## CAP. 3: INSPECCION DE LAS ETAPAS DE OBRA

### 3.1 MOTIVO DE LA INSPECCION

En términos generales se puede decir que el control debe establecer si lo pagado se corresponde con lo ejecutado, y si lo ejecutado se ajusta a la documentación técnica y gráfica de la obra.

Las siguientes razones justifican la necesidad del control de las obras públicas:

- El impacto de dichas obras en la sociedad y la consecuente necesidad de que estas obras se desarrollen con la mejor calidad posible.
- La gran cantidad de recursos económicos destinados a la ejecución de las mismas.
- Por cuestiones técnicas que requieren de controles específicos, evitando que resulten obras con ejecuciones deficientes o sobrevaluadas.

El control se realizó en forma selectiva y consistió en la verificación concreta de cada una de las etapas, acompañando a la obra al Inspector encargado de esta tarea, realizándose al menos una constatación por etapa en una misma o sucesivas cuadras. También se verificó que el equipo mínimo exigido se encontrara en obra, y que se cumplimentara todo lo establecido en el pliego particular de especificaciones técnicas.

### 3.2 INSTALACION DEL OBRADOR

El obrador necesario para un producto de esta categoría no presentaba grandes requerimientos, al tenerse en cuenta que no era necesario el alojamiento del personal, se pudo prescindir de grandes superficies para la instalación del obrador.

El Contratista delimito una zona de obrador en un espacio privado destinado a tal fin, un lote cercado ubicado en cercanías del lugar de trabajo y se dispuso un contenedor cerrado para guardar las herramientas manuales de trabajo. También se instaló un baño químico al servicio del personal.

Las necesidades de agua para obra se surtieron con tanques de 1.000lts cerrados que contenían agua potable y la energía eléctrica por medio de generadores de energía.

### 3.3 DESCRIPCION DE TAREAS

Para llevar a cabo la construcción de lo proyectado se requirió la ejecución de las siguientes tareas por parte del Contratista:

1. Replanteo de las Cotas de Proyecto.
2. Demolición y retiro de hechos existentes: captaciones, cordones, cunetas, caños de desagües, accesos a propiedades, árboles que quedan dentro de la superficie destinada a calle.
3. Pedido de remoción de postes de alumbrado público y reubicación de tendido subterráneo de servicios, readecuación de conexiones domiciliarias de agua.
4. Excavación y/o apertura de caja.
5. Preparación de subrasante, compactación de suelos.
6. Encofrado, limpieza y preparación previa al Hormigonado.
7. Ejecución de pavimento de hormigón simple en badenes y bocacalles con cordones unificados.
8. Ejecución de cordones cunetas.
9. Ejecución de cordones.

Simultáneamente se requirió la ejecución de las siguientes tareas por parte del Laboratorio de la Municipalidad de Córdoba:

1. Límites de Atterberg para clasificar el suelo.
2. Ensayo de Compactación para determinar la Densidad máxima y Humedad Óptima, y determinación de la densidad in situ del Suelo natural compactado, para Subrasante con tronco cono de Arena.
3. Asentamiento del H° con Cono de Abrams y moldeado de probetas de H° fresco.

El seguimiento y control de la obra se realizó por parte de la Inspección de la Municipalidad de Córdoba.

La alumna participó tanto de las actividades de Laboratorio como las de Inspección, formando parte del equipo multidisciplinario, adquiriendo habilidades propias de cada práctica, colaborando en la ejecución de ensayos y supervisando tareas conjuntamente con el Inspector de Obra.

### 3.4 REPLANTEO PLANIALTIMETRICO

El replanteo planimétrico se realizó en base al proyecto, respetando los anchos de calle entre líneas municipales, las distancias a esquinas de cada manzana según parcelarios, tratando de ajustar en mayor medida el proyecto al terreno, pero se aceptó en obra un cierto margen de error y se permitió considerar algún imprevisto que se pudo no haber tenido en cuenta, siempre y cuando no representaran cambios sustanciales de proyecto. Conjuntamente se realizó el replanteo altimétrico con la finalidad de que las cotas de obra tuviesen correspondencia con las de proyecto y de esta manera garantizar el escurrimiento superficial del agua.

La forma en que se materializaron los puntos de proyecto en obra fue utilizando hierros clavados y estacas de madera unidas con tanza en su nivel definitivo. Las esquinas se encararon con radios de curvas de 6m conforme a los moldes tipos disponibles.

Esta tarea de replanteo se realizó con nivel óptico – nivelación geométrica.

### 3.5 LIMPIEZA DEL TERRENO, DESMONTE

Con el objeto que la superficie fuere apta para iniciar los demás trabajos, el contratista debió demoler y retirar de la zona de trabajo todo material existente no utilizado a fin de llegar a la sección transversal definida, de acuerdo a las especificaciones y disposiciones del proyecto, así como también retirar los escombros, tierra y cualquier otro elemento que obstaculizara la ejecución de la obra.

Se observó que al momento de realizar las tareas, no se tuvo inmediata disponibilidad de un lugar para depósito del sobrante de material extraído producto de la limpieza del terreno, tampoco fue transportado a otro lugar de destino. Esto dio lugar a interposiciones y trabajos desorganizados por parte del contratista, principalmente en los primeros movimientos de la obra en donde se tuvo que realizar un ensanche de 6m de lado por una longitud de 500m aproximadamente, en la calle Cleto Aguirre por su lateral sur, previsto para lograr un ancho final de 12m de calzada, donde inicialmente poseía un ancho de 7m.

Mayores fueron los problemas derivados de los residuos que resultaron de la demolición de losas en bocacalles de hormigón. Inicialmente dichos volúmenes fueron provisoriamente almacenados en una zona adyacente a la obra, en un terreno privado. Una vez acumulada cierta cantidad de escombros, se procedió al picado y posterior transporte de los sobrantes a una zona alejada a una distancia inferior a 20 km con el empleo de camiones.

En la siguiente figura 3.1 se muestra una práctica incorrecta por parte del contratista para depositar escombros y material sobrante en una propiedad privada. El contratista aseguró que el propietario dio su consentimiento para hacer uso de su terreno, argumentando que

el mismo tenía la intención de nivelarlo, pero no deja de ser un acto que implica mucha responsabilidad para la Entidad Pública por el riesgo que corre de ser sometido a juicio por uso indebido de propiedad privada.



Figura 3.1: Escombros y suelo excedente sobre terreno privado.

### 3.6 EXCAVACION

Se ejecutaron los trabajos de excavación de forma de obtener una sección transversal terminada de acuerdo a las indicaciones en los planos, cuidando de no efectuar excavaciones por debajo de la cota de subrasante.

Los trabajos se realizaron con maquinarias acordes a la dimensión de la obra y a la cantidad de material a manipular, tales como mini cargadora y mini retroexcavadora según se observa en las figuras 3.2 y 3.3.



Figura 3.2: Excavación con mini cargadora



Figura 3.3 Remoción de material sobrante con mini retroexcavadora

En esta tarea se debió tener especial cuidado de excavar por error a una cota inferior a la de proyecto, ya que en caso de sobrepasar dichas cotas hubiese sido necesario la reposición de los materiales indebidamente excavados y su posterior densificación.

Durante los trabajos de excavación, la calzada y demás partes de la obra debieron tener asegurado su correcto desagüe en todo el tiempo, principalmente por la época del año en que se realizó la obra, donde el promedio de lluvias fue elevado.

### 3.7 PREPARACION DE LA SUBRASANTE

#### 3.7.1 Recomendaciones generales.

*Algunas recomendaciones principales que fueron extraídas del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares:*

Este trabajo se refiere a la compactación y perfilado de la subrasante para la construcción de la estructura del firme. Esta capa se logrará conformando el terreno natural mediante los cortes o rellenos previstos en el proyecto.

Los trabajos de preparación de la subrasante se harán eliminando las irregularidades tanto en sentido transversal como longitudinal con el fin de asegurar que el espesor de la capa a construir sobre la subrasante preparada tenga un valor uniforme.

El suelo constitutivo de la subrasante no podrá contener piedras de tamaño mayor de 5 centímetros, debiendo ser eliminadas todas aquellas que se presenten. El material que en algunas zonas de la subrasante no pueda ser satisfactoriamente compactado, deberá ser totalmente extraído y reemplazado por suelo apto.

#### 3.7.2 Ejecución.

La subrasante se preparó por tramos aproximados de 100 metros o por cuadra en un ancho de 1,20m aproximadamente por cada lado, siendo el ancho necesario para ejecutar posteriormente el cordón cuneta y en las esquinas se preparó toda la superficie completa de badén o bocacalle, debiendo quedar libre de suelo vegetal, desmonte o material suelto. No se permitió la ejecución de trabajos sobre ella, hasta tanto no fuere aprobada por la Inspección.

Para la conformación de la misma, sobre la cota de subrasante se escarificó en un espesor de 0,15m con motoniveladora, se procedió al humedecimiento y a dar uniformidad de la humedad. Se continuó con el perfilado en los laterales, de acuerdo con los perfiles incluidos en los planos del proyecto, y la compactación con la utilización de un rodillo liso vibratorio.

La superficie de trabajo quedó convenientemente a nivel y en el ancho necesario, como se observa en las figuras 3.4 y 3.5.



Figura 3.4: Preparación de subrasante por cuadra.



Figura 3.5: Preparación de subrasante en esquina.

El grado de densificación mínimo exigido fue del 95% de la densidad máxima correspondiente. El nivel de compactación logrado fue verificado mediante ensayos acorde a la Norma VN-E-5-93 “Compactación de suelos”, aplicando el Método de Ensayo detallado en dicha Norma, para los suelos de tipo A-4, se aplicó el método AASHTO T-99 I que se describirá posteriormente.

Las figuras 3.6 a 3.9 ilustran los procedimientos y resultados de esta etapa.



Figura 3.6: Compactación de subrasante



Figura 3.7: Subrasante compactada y perfilada en zona de cordon cuneta



Figura 3.9: Paño de bocacalle previo al hormigonado.

Figura 3.8: Colocación de moldes en superficie de bocacalle.

### 3.8 HORMIGONADO

*Se presentan los extractos más importantes del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares:*

Esta tarea se llevará a cabo sobre capas aprobadas. La colocación de los moldes también será aprobada, debiendo corregirse toda deficiencia o diferencias entre molde y molde en más de 1mm. Se cuidará especialmente la zona de apoyo de moldes, en áreas de bordes o cunetas, reforzando su compactación.

La compactación del hormigón se ejecutará cuidadosamente mediante reglas vibrantes de superficie. El alisado y terminado superficial de la calzada se ejecutará con medios aprobados que aseguren una adecuada terminación superficial en cuanto a lisura, rugosidad, gálibo, respetando las cotas de diseño y produciendo un correcto escurrimiento de las aguas.

El drenaje superficial, deberá ser cumplido tanto en las áreas construidas como en las adyacentes, aguas arriba, respetando las cotas de diseño y produciendo un correcto escurrimiento de las aguas, siendo la responsabilidad del contratista asegurar las cotas y nivelación correctas para su cumplimiento.

El librado al tránsito no se deberá producir antes de los 21 (veintiún) días de finalizadas las operaciones de hormigonado.

Toda porción de hormigón empleado para construir la calzada será mezclada, colocada, compactada y sometida a las operaciones de terminación superficial dentro de un tiempo máximo de 45 (cuarenta y cinco) minutos. El hormigón se empleara tal cual resulte después de la descarga de la hormigonera; no se admitirá el agregado de agua para modificar o corregir su asentamiento para facilitar las operaciones de terminación de la calzada. Se empleara el mínimo de manipuleo para evitar segregaciones.

La Inspección realizará ensayos por su cuenta, en cualquier momento y sin necesidad de aviso previo, a fin de verificar las características y calidad del hormigón y sus componentes.

En los párrafos siguientes se detallan las tareas elaboradas por el contratista al momento de la ejecución de los paños de hormigón en bocacalles y badenes, cunetas y cordón cuneta.

### 3.8.1 Ejecución

Previa a la colocación y vertido del hormigón, se aseguró la correcta colocación de moldes y la adecuada limpieza de todos los elementos intervinientes.

El hormigón empleado fue mezclado, colocado y distribuido cuidadosamente con ayuda de palas para evitar la segregación de los materiales componentes. Posteriormente fue compactado y sometido a las operaciones de terminación superficial dentro de un tiempo inferior a 45 minutos.

Se tuvo especial atención en el empleo del hormigón tal cual se encontraba después de la descarga de la hormigonera; no admitiéndose el agregado de agua para modificar o corregir su asentamiento, tarea que es muy común en obra para facilitar las operaciones de terminación. Para evitar la pérdida de agua del pastón de hormigón a través de la superficie de asiento, se tomó el recaudo de aportar humedad mediante riegos de agua previo al vertido.



Figura 3.10: Colado del hormigón

### 3.8.2 Distribución del hormigón

El nivel de vibrado debió ser el adecuado para lograr una máxima densidad y compacidad de la masa, evitando la segregación a causa de un exceso de vibrado. Se muestra en la figura 3.11 cómo se utilizó la regla vibratoria.

El hormigón colocado junto a los moldes y a las juntas se compactó con un vibrador mecánico “de tipo aguja” inserto en la mezcla (figura 3.12), accionándolo a lo largo de todos los bordes de los moldes pero con el cuidado de no tocarlos. La operación se realizó hasta tan pronto se observó la cesación del desprendimiento de grandes burbujas de aire y una vez finalizada la compactación, no se permitió que se pise nuevamente esa superficie.

La terminación superficial se realizó utilizando un elemento, que brindara una adecuada superficie en cuanto a lisura y rugosidad, denominada cinta para alisar hormigón y se muestra en la figura 3.13.

El personal encargado de estas tareas estuvo provisto en todo momento de calzado de goma para mayor seguridad.



Figura 3.11 Vibrado del hormigón



Figura 3.12: Vibrador de inmersión o aguja



Figura 3.13: Cinta para alisar hormigón.

### 3.8.3 Moldes laterales fijos

Los moldes constituyen el “encofrado” del hormigón, le confieren la forma que va a tomar la estructura del pavimento.

*A continuación se detallan las condiciones que deben cumplir los moldes según el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares:*

Los moldes laterales serán metálicos, de altura igual al espesor de la losa en los bordes, libres de toda ondulación y en su coronamiento no se admitirá ondulación alguna. El procedimiento de unión a usarse entre las distintas secciones o unidades que integran los moldes laterales deberán ser tales que impidan todo movimiento o juego entre los mismos.

Los moldes serán de chapa de acero de 6 (seis) milímetros o más de espesor y tendrán una base, una sección transversal y resistencia que les permita soportar sin deformaciones o asentamientos las presiones originadas por el hormigón a colocarse, el impacto y vibraciones causados por el equipo empleado en el proceso constructivo. Los moldes para cordones deberán responder estrictamente al perfil indicado en los planos del proyecto. La vinculación de estos con los moldes laterales se hará de manera tal que una vez colocados, el conjunto se comporte como una única pieza en lo que a rigidez y firmeza se refiere.

La longitud de cada tramo de molde en los alineamientos rectos será de 3m y el ancho de su base de apoyo será de 20cm como mínimo.

La superficie de apoyo de los moldes deberá ser intensamente consolidada y perfectamente nivelada a fin de evitar el desplazamiento de los moldes una vez colocados, tanto en sentido vertical como horizontal. Las superficies interiores de los moldes deberán limpiarse convenientemente, y rociadas o pintadas con productos anti adhesivos para encofrados. Debajo de la base de los moldes no se permitirá, para levantarlos, la construcción de rellenos de suelos u otro material.

La superficie de apoyo de la calzada tendrá la compactación y niveles correspondientes y estará libre de todo material suelto y de materias extrañas.

Se tomarán todas las precauciones necesarias para que la cara vista del cordón sea perfectamente lisa, sin sopladuras, no permitiéndose aplicar revoques de mortero sobre los mismos.

En obra existirá una cantidad suficiente de moldes como para permitir la permanencia de los mismos en su sitio por lo menos durante 12 horas después de la colocación y terminación del hormigón.

### *Experiencias de la Inspección de Obra:*

Los moldes utilizados para esta obra estaban nuevos, por lo que no hubo inconvenientes con la terminación superficial de los cordones luego del hormigonado, pero si se tuvieron algunos problemas en relación a la calidad de compactación de la subrasante en algunos tramos observados por lo que fue necesario controlar cuidadosamente al momento de aprobar la colocación de los moldes.

Pese al control que realiza la inspección al contratista, suele suceder que las empresas trabajen al límite de las tolerancias admitidas en los pliegos correspondientes, obteniendo como resultado trabajos deficientes, por falta de tiempos, de mano de obra calificada, o falta de equipos convenientes a cada caso particular. A continuación se especifican algunos descuidos detectados en una visita a obra, que fueron posteriormente corregidos a pedido del Inspector.

En la figura 3.14 se encontró algo de material suelto en la subrasante preparada, pese a que los moldes de base estaban siendo colocados de manera definitiva, motivo por el cuál se debió pedir la remoción de los mismos y la nueva compactación y limpieza.

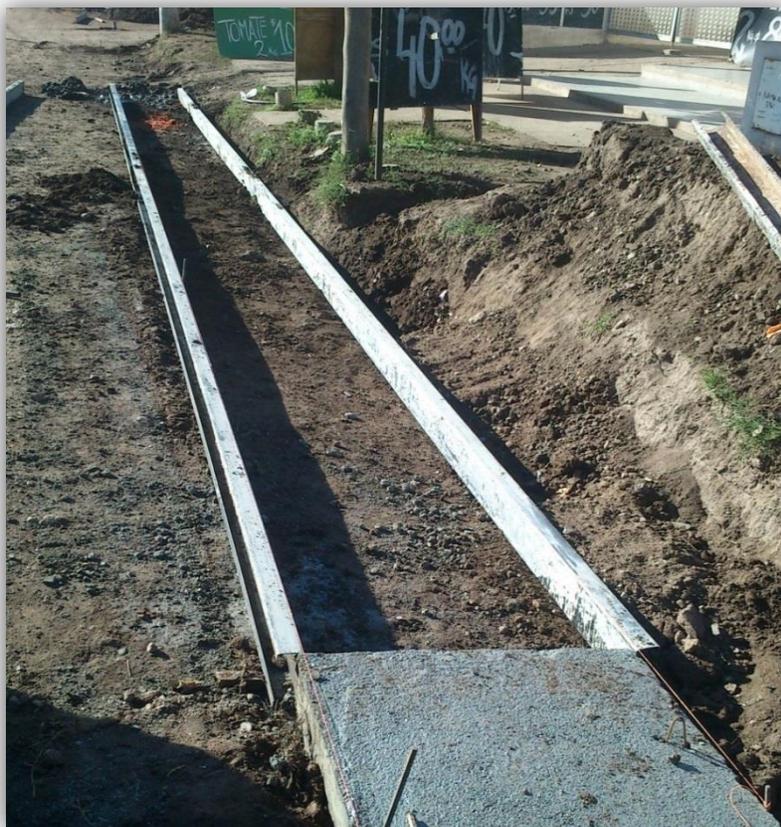


Figura 3.14: Colocación de Moldes

En la figura 3.15 se tiene el caso de una bocacalle a la cual se constató que se había incorporado material de relleno consecutivamente a la aprobación del grado de densificación, proporcionado por el ensayo de densidad, realizado por un operario del Laboratorio de la Municipalidad de Córdoba. Probablemente se verificaron los niveles y no estaban correctos, o no aseguraban un espesor constante y mínimo en la sucesiva capa de hormigón. En este caso se ordenó una nueva compactación de la subrasante, previo al hormigonado, hasta llegar a la densificación correspondiente y se determinó nuevamente la densidad in situ de la capa.



Figura 3.15: Colocación de moldes, práctica incorrecta.

La figura 3.16 muestra un trabajo aprobado por la Inspección, en donde no se determinaron problemas o defectos en la terminación, compactación de subrasante y colocación de moldes. Posteriormente se puede observar en la figura 3.17 un resultado aceptable al momento de desencofrar el conjunto cordón cuneta, obteniendo cordones alineados y fundamentalmente una terminación superficial lisa, sin irregularidades o roturas en las que se deba arreglar o parchar para corregir tales defectos.



Figura 3.16: Colocación de moldes, práctica correcta.



Figura 3.17: Desencofrado de cordón cuneta.

#### 3.8.4 Juntas de contracción y de construcción.

En el Hormigón se desarrollan fisuras inicialmente por contracción, siendo éstas transversales y longitudinales, y luego por alabeo y por cargas sobre el pavimento, en forma transversal, intermedias a las primeras. Las juntas tienen por finalidad direccionar estas fisuras, reproduciendo el patrón de figuración del pavimento.

El agrietamiento debido a la contracción del hormigón ocurre a muy temprana edad, como consecuencia de cambios de temperatura durante los procesos de hidratación y fraguado, así como por la pérdida de agua por evaporación.

El objetivo de la construcción de juntas es “copiar” el patrón de fisuración que naturalmente desarrolla el pavimento en servicio mediante un adecuado diseño y ejecución de juntas transversales y longitudinales

*Se transcriben algunas recomendaciones del Pliego de Especificaciones Técnicas a continuación:*

Serán ubicadas de tal modo que los paños que se forman no tengan superficies mayores de 35 m<sup>2</sup>.

Las juntas deben realizarse por aserrado con maquina cortadora a sierra circular. El aserrado se deberá llevar a cabo dentro de un periodo de 6 a 12 horas, como mínimo y siempre dentro de la misma jornada de labor en la que se ejecutó el hormigonado. La profundidad del corte será 1/3 del espesor de la losa y el ancho en ningún caso excederá de 7 mm.

Se deberá tener especial cuidado en la construcción de juntas en badenes, o zonas de escurrimiento de aguas, de tal manera que aquellas no coincidan con los sectores donde exista dicho escurrimiento, debiendo desplazarlas un mínimo de 0,60 metros.

*Experiencias de la Inspección de Obra:*

No se participó en el diseño de las juntas, ya que el proyecto no contemplaba esta acción, proporcionando la libertad al contratista a ejecutarlas según su propio criterio. Una vez que el hormigón fraguó lo suficiente como para ser pisado, se comenzó con el aserrado para realizar las juntas transversales y longitudinales del pavimento.

Se controló por parte de la Inspección en esta instancia que las juntas acometan en forma perpendicular con los cordones y entre sí para evitar las tensiones en el hormigón y que la línea de agua y el trazado de la junta estén distanciados entre sí 0,60m para evitar el ingreso de agua a la misma.

En la figura 3.18 se observa el resultado de la distribución de juntas adoptada.



Figura 3.18: Juntas en bocacalles.

### 3.8.5 Sellado de juntas.

Factores que influyen a realizar el sellado de juntas:

- Las juntas de contracción se abren y cierran por variaciones de temperatura y humedad de las losas durante la noche y el día, influenciado también por la variación durante las estaciones del año, verano o invierno, durante toda su vida en servicio.
- El ingreso de materiales incompresibles no permite que las juntas se cierren, generándose a consecuencia roturas en juntas de dilatación o expansión (blow-up).
- Las juntas son la principal fuente de ingreso de agua en los pavimentos.
- La necesidad de prevenir el bombeo de suelos finos de la capa de apoyo del pavimento, por ingreso de agua.

Se utilizó una mezcla de alquitrán en panes con material bituminoso tipo ER-1 en proporción aproximada de mezcla 1:1 en volumen, todo en caliente, por lo que se debió disponer del equipo de calentamiento. Se cubrió con el material toda la junta en ancho y longitud, dejando un pequeño resalto sobre el pavimento, tal cual se aprecia en la figura 3.19. Posteriormente se eliminó todo el material excedente con ayuda de una pala, pasándola al ras de la superficie.



Figura 3.19: Sellado de Juntas

### 3.8.6 Curado de hormigón.

El objetivo del curado del hormigón es dar a éste las condiciones necesarias para favorecer la hidratación del cemento y reducir las contracciones excesivas debidas a las condiciones ambientales, las cuales pueden llevar al desarrollo de fisuras. Se debe evitar la evaporación rápida del agua superficial del hormigón, la que depende principalmente del viento, y en menor proporción de la temperatura ambiente, de la temperatura del hormigón, y de la humedad relativa del aire.

Existen varios procedimientos para el curado del hormigón, pero la más utilizada en pavimentos es el uso de membranas de curado, que son productos químicos que se pulverizan sobre el hormigón fresco y mediante una reacción química forman una película impermeable, resistente y adherente (membrana de curado).

El producto que fue utilizado en el curado del Hormigón, se denomina Antisol de la marca Sika. Es un compuesto líquido desarrollado a partir de resinas vehiculizadas en solventes. Al tener pigmentación blanca, la membrana formada tiene gran reflectancia a la luz solar, con lo cual se impide la absorción de calor por el hormigón y por ende se evita que aumente la temperatura del mismo.

#### *Experiencias de la Inspección de Obra:*

Las aplicaciones de producto se realizaron con un rociador a presión, dispersándolo en forma homogénea en toda la superficie inmediatamente después de la terminación superficial, se tuvo la previsión de agitar el producto previa colocación. Sin embargo el día posterior al curado correspondiente, aparecieron fisuras considerables en paños de bocacalles y badenes, donde se pudo observar cómo las fisuras llegaban a reflejarse prácticamente hasta la superficie de apoyo, y cuya explicación o motivos no estuvieron lo suficientemente claros.

Se plantearon hipótesis de las posibles causas de dichas fisuras:

- No se realizó a tiempo el curado adecuado.
- No se realizó correctamente el curado, en la dosis necesaria de producto para cubrir completamente toda la superficie. (Dosis media 200 g/m<sup>2</sup>)
- El clima estuvo muy desfavorable, con temperaturas muy bajas y excesivo viento.
- Posible suciedad en los áridos del Hormigón, de procedencia poco confiable.
- Compactación deficiente.

Se observan en las figuras 3.20 a 3.22 la cantidad y tamaño, en comparación con el lápiz ubicado para tener una noción, de las fisuras de las losas. Este fenómeno se repitió en un número considerable de paños, alarmando a la Inspección por lo sucedido. Se pidió consecuentemente la remoción de las losas más comprometidas, y la reparación de las losas que presentaban fisuras de poca profundidad.

Posterior a la observación de estos paños, el Contratista optó por cambiar el proveedor de hormigón elaborado, que le proporcionaba hasta el momento dicho material. Por otro lado reforzó los cuidados en el curado del Hormigón para evitar tener problemas nuevamente con la fisuración. Una vez proporcionados todos estos cuidados, no se volvió a tener problemas de fisuración en paños.



Figura 3.20: Fisuras en hormigón.



Figura 3.21: Fisuras en hormigón.



Figura 3.22: Fisuras en bocacalles de Hormigón.

### 3.8.7 Protección del hormigón.

La recomendación general por parte de la Inspección al momento de colar el Hormigón es hacerlo en un horario adecuado, dentro de lo posible por la mañana para que al final de la jornada éste se encuentre en proceso de fragüe y de esta forma se eviten posibles daños sobre la superficie hormigonada. Pero muchas veces no se puede cumplir con estas recomendaciones y los trabajos se realizan al momento en que se dispone del material, independientemente del horario en que llegue el camión, siempre y cuando el horario se encuentre dentro de la jornada laboral.

Dada la disponibilidad y los turnos en esa fecha, para la llegada de los camiones mixer a la obra, generalmente esta tarea se realizaba después del mediodía. Bajo estas circunstancias, el contratista debía proteger adecuadamente la superficie del hormigón para impedir la circulación de personas o animales sobre el Hormigón fresco por la tarde o noche cuando no quedaba nadie a cargo en la obra. En su defecto, debió dejar un cuidador para evitar que se remuevan las barreras antes del librado al tránsito, especialmente en las primeras veinticuatro horas. Pero no se tuvo la previsión del cuidado nocturno y consecuentemente se sucedieron actos vandálicos sobre una bocacalle completa, como se puede observar en las figuras 3.23 a 3.24.



Figura 3.23: Paño de bocacalle arruinada por falta de protección.



Figura 3.24: Paño de bocacalle con detalles para bacheo.

Para la reparación de las irregularidades superficiales se acudió a un producto adecuado para rellenar los baches generados por huellas de personas, animales y ruedas de bicicletas.

La única protección proporcionada constaba de un cercado con cintas de peligro, como se observa en la figura 3.25



Figura 3.25: Cercado con cintas de peligro.

### 3.8.8 Cordones curvos y rectos.

#### *Recomendaciones del Pliego de Especificaciones Técnicas:*

Su perfil obedecerá al indicado en los planos. El radio de los cordones curvos se medirá a borde externo del cordón.

Todos los cordones serán armados, reforzados con estribos de  $\varnothing$  6 mm colocados cada 30 cm. y dos hierros longitudinales del mismo diámetro en la parte superior, debiendo los mismos ser atados con alambre y cortados en coincidencia con las juntas de contracción. La armadura tendrá un recubrimiento superior y lateral mínimo de 2 cm e irá introducida en la losa un mínimo de 2/3 del espesor de la misma.

Se deberán dejar previstos en los cordones los rebajes de entradas de vehículos y orificios de desagüe de albañales.

#### *Experiencias de la Inspección de Obra:*

En intersecciones de calles, el remate del cordón en las esquinas es un arco, con un radio de 6m y para materializarlo se colocaron cuatro moldes curvos para llegar a cubrir la longitud total del arco de curva.

Según conveniencia de cada sector, se realizó en algunos tramos el hormigonado de cordón y cuneta juntos, no presentando inconvenientes.

En los segmentos donde se hormigonó primeramente la cuneta y posteriormente el cordón fue necesario dejar previstos los estribos antes que el H° comenzara a fraguar. Luego para ejecutar los cordones se debió esperar un tiempo prudente antes de apoyar los moldes por encima de la cuneta para evitar que la misma se deformara. El tiempo aproximado para continuar con el cordón fue de 6hs pero en muchos casos no se pudo realizar dentro de la misma jornada laboral debido a la escasa disponibilidad de hormigón elaborado en determinados horarios del día, realizándose el hormigonado de cordones en las jornadas siguientes.

En una zona muy comprometida por la cercanía de un árbol se produjo una interrupción del cordón, ya que no se pudo continuar con la colocación de los moldes por la interposición con las raíces del árbol, haciendo necesario recurrir a un trabajo alternativo de hormigonado, para evitar la extracción o traslado de la especie según se observa en la figura 3.26 El problema en estos casos es que la raíz puede llegar a levantar, después de un determinado tiempo, lo ejecutado haciendo necesaria una reparación posterior para evitar que se produzca una limitación al adecuado drenaje, siendo la condición más relevante para la obra de cordón cuneta.



Figura 3.26: Interrupción del cordón

### 3.8.9 Alineación de cordones.

Principalmente lo que se controla en los cordones, posterior al desencofrado, es la correcta alineación de los mismos en toda su longitud. Cuando los moldes disponibles son iguales no debe ser muy complicado lograrlo, ya que se colocan y fijan uno a continuación del otro, siendo todos del mismo tamaño. El problema en esta etapa se da generalmente cuando se utilizan distintas partidas de moldes, en donde pueden diferir por algunos

milímetros sus dimensiones en ancho y altura, quedando una diferencia apreciable en la unión entre ambos.

La alineación de cordones fue aceptable en la totalidad de las cuadras, sin embargo, el control no fue exhaustivo ya que sólo se realizó una apreciación visual de la línea de cordones en toda su longitud, debiendo cumplir con la rectitud exigida, sin presentar alabeos.



Figura 3.27: Cordón cuneta terminado

## CAP. 4: CONTROL DE CALIDAD

### 4.1 CONTROL DE CALIDAD PARA MATERIALES CONSTITUTIVOS DE LA SUBRASANTE

El suelo es un material de naturaleza variable y esa variabilidad permite que a veces se pueda trabajar con el material tal como lo encuentra, aunque no siempre sucede, y consecuentemente se hace necesario alterar su estructura o cambiar su composición al mezclarlo con materiales externos. Los ensayos de suelos tienen como propósito identificar o clasificar el material, determinándole ciertas propiedades físicas y estableciendo criterios de control sobre el material.

#### 4.1.1 Determinación del Límite Líquido y Plástico.

*Límite Líquido:* Es el contenido de humedad, expresado en por ciento del peso del suelo seco, existente en un suelo en el límite entre el estado plástico y el estado líquido del mismo. Para poder definir valores definidos, reproducibles, se propuso que este límite se defina arbitrariamente como el contenido de humedad necesario para que las dos mitades de una pasta de suelo de 1 cm. de espesor fluyan y se unan en una longitud de 12 mm, aproximadamente, en el fondo de la muesca patrón que separa las dos mitades, cuando la cápsula que la contiene golpea 25 veces desde una altura de 1 cm., a la velocidad de 2 golpes por segundo.

*Límite Plástico:* Es el contenido de humedad existente en un suelo, expresado en por ciento del peso de suelo seco, en el límite entre el estado plástico y el estado sólido del mismo. Este límite se define arbitrariamente como el más bajo contenido de humedad con el cual el suelo, al ser moldeado en barritas cilíndricas de menor diámetro cada vez, comienza a agrietarse cuando las barritas alcanzan a tener 3 mm de diámetro.

#### Equipo necesario:

Mortero de porcelana con pilón revestido con goma.

Tamiz IRAM 425 micrómetros (Nº 40).

Cápsula de porcelana o hierro enlozado de 10 a 12 cm de diámetro.

Espátula de acero flexible, con mango de madera.

Aparato para la determinación semimecánica del límite líquido.

Acanalador de bronce o acero inoxidable.

Pesa filtros de aluminio de 40 mm de diámetro y 30 mm de altura aproximadamente.

Vidrio plano de 30 x 30 cm.

Balanza de precisión con sensibilidad de 1 centigramo.

Estufa para secado de muestras.

En la figura 4.1 se muestran algunos elementos utilizados para realizar los ensayos de Límite líquido y Límite plástico tales como el mortero y pilón, la cápsula enlozada, aparato de Casagrande, acanalador de bronce, conjunto de pesa filtros de aluminio, vidrio para moldear los cilindros.



Figura 4.1: Equipo necesario para determinación del Límite Líquido y Plástico.

#### Procedimiento:

Para la preparación de la muestra se tomó por cuarteo una porción aproximada de 500 gr de suelo secado al aire y se lo hizo pasar por el tamiz N° 40. La porción retenida por este tamiz se colocó en el mortero y se la desmenuzó con el pilón. Se tamizó y se repitió la operación hasta que la parte retenida fuese de tamaño mayor que la abertura del tamiz. Al desmenuzar con el pilón se deshicieron los grumos, tratando de no romper las partículas de arena.

Comenzando con el procedimiento, para obtener el Límite Líquido, se tomaron 50 gr del material obtenido que luego se colocó en una cápsula de hierro enlozada, de a poco se fue humedeciendo con agua, en pequeñas cantidades y mezclando cuidadosamente con la espátula después de cada agregado, procurando obtener una distribución homogénea de la humedad. Inmediatamente se transfirió una porción de la pasta a la cápsula de bronce del aparato y se la distribuyó de manera que el espesor en el centro sea aproximadamente de 1 cm. Con el acanalador se realizó una muesca en forma tal que quedara limpio el fondo de la cápsula en un ancho de 2 mm.

Se accionó la manivela a razón de dos vueltas por segundo y se contó el número de golpes necesarios para que, por fluencia se cerraran los bordes inferiores de la muesca, en una longitud de aproximadamente 12 mm.

La figura 4.2 muestra el aparato de Casagrande, al momento en que se estaba accionando la manivela, con la preparación dentro de la cápsula.



Figura 4.2: Límite Líquido.

Una vez lograda la unión se retiró una porción de pasta de la parte en la que se produjo dicha unión y se la colocó en un pesa filtro previamente tarado. También se pesó el conjunto y se anotó en una planilla. Además se anotó el peso del pesa filtro, su número de identificación y el número de golpes requeridos para lograr la unión de la pasta.

Esta operación se repitió, con contenidos crecientes de agua, las veces necesarias hasta lograr que el número de golpes para cierre de la muesca fuesen, de 23, 25 y 27 golpes.

La pasta colocada en el pesa filtro, para cada operación, se secó en la estufa a temperatura de 100° C hasta peso constante. Luego se calculó la humedad de cada punto y se determinó finalmente el límite líquido con ayuda de la fórmula:

$$LL = \frac{H}{1,419 - 0,3 \times \log N}$$

Donde H es el porcentaje de Humedad, N el número de golpes necesarios para el cierre de la muesca.

Para la determinación del Limite Plástico se utilizó otra porción de suelo pasante por el tamiz N° 40, que había sido preparado previamente a la determinación del límite líquido. A diferencia del procedimiento anterior, se mezcló con agua hasta obtener una pasta que presentara una consistencia plástica y permitiera moldear pequeñas esferas sin adherirse a las manos del operador. Una porción de la parte así preparada se hizo rodar por la

palma de la mano sobre láminas de vidrio dándole la forma de pequeños cilindros. Se prepararon tres cilindros con la misma pasta. El ensayo finalizó cuando las barritas cilíndricas comenzaron a agrietarse al alcanzar los 3 mm de diámetro. Estos cilindros se colocaron dentro de pesa filtros previamente tarados. Se pesó el conjunto y se secó en la estufa a temperatura de 100° C hasta peso constante. Luego se calculó la humedad de cada muestra, representando ésta el valor del Límite Plástico.

En las tablas 4.1 a 4.5 se muestran los resultados obtenidos, en cada caso de la Humedad natural, Límite Líquido, Límite Plástico, granulometría y Clasificación del suelo.

Tabla 4.1: Determinación de la Humedad Natural de la muestra.

Muestra Nº	S. Hum. + PF (gr)	S. Seco + PF (gr)	Peso PF (gr)	Humedad %	Clasificación
-	2386	2330	1886	12.61	-

Tabla 4.2: Resultados del Ensayo- Límite Líquido.

MUESTRA	S. HUM	S. SECO	PF	PESO PF	GOLPES	Corrección	L. LIQUIDO
1	12.9	11.7	112	7.60	23	1.011	28.95
2	14.6	13.1	104	7.60	25	1.000	27.27
3	13.9	12.6	117	8.10	27	0.990	29.18

NOTA: Se toma el Promedio del LL.

Tabla 4.3: Resultados del Ensayo- Límite Plástico e Índice Plástico.

MUESTRA	S. HUM	S. SECO	PF	PESO PF	L. PLASTICO	I.P.
1	10.6	10.1	110	7.90	22.73	6.22
2	9.7	9.3	129	7.60	23.53	3.74
3	10.6	10	121	7.90	28.57	0.61

NOTA: Se toma el promedio del LP e IP, despreciando los resultados de la última fila por diferir en más del 15% de los otros dos resultados.

Tabla 4.4: Tamizado.

Ph=200gr. H%=12,61 Ps inicial =177,60gr			
Malla	Retenido (gr)	Retenido acumulado %	Pasa %
#40	2	1.13	98.87
#100	2.5	2.53	97.47
#200	7.1	6.53	93.47
Fondo	166.00	100.00	0.00

Tabla 4.5: Clasificación del suelo.

MUESTRA Nº	H. NATURAL	LL	LP	IP	pasa #40	pasa #200	IG	Clasificación H.B.R.
-	12.61	28.47	23.13	5.34	98.87	93	5	<b>A-4</b>

#### 4.1.2 Compactación de Suelos.

Permite establecer la Humedad óptima con la que se obtiene el mayor valor del Peso unitario, llamado Densidad seca máxima.

##### Equipo:

- Molde de compactación con base y collar.
- Martillo de compactación (24.5 N x 0.305m de caída y un área de contacto de 20cm<sup>2</sup>)
- Latas para contenido de humedad.
- Bandeja mezcladora grande.
- Balanza de precisión, de 1 Kg. de capacidad con sensibilidad de 0,01 gramo.

##### Procedimiento:

Al preparar la muestra, en cada punto de la curva Humedad-densidad se requirieron aproximadamente 2500 gramos de material seco.

Se preparó material suficiente para tres puntos. Aunque el ensayo normal requiere mínimamente cinco puntos, tres en la rama ascendente y dos en la descendente de la curva Humedad-Densidad.

La porción de suelo destinada a un primer punto se distribuyó uniformemente en el fondo de una bandeja, con la ayuda del dispositivo graduado se agregó la cantidad de agua prevista para tal punto y con la espátula se homogenizó bien el suelo, distribuyendo la humedad correctamente. Luego se procedió a emparejar el material en la bandeja y a fraccionar ese material en tres partes.

##### *Compactación de la probeta*

Se operó con el molde de 101,6 mm de diámetro.

La energía de compactación queda determinada por el tipo de pisón, cantidad de capas y número de golpes por capa.

A continuación en la tabla 4.6 se dan las características de los distintos tipos de ensayos de compactación existentes y se remarca el tipo de ensayo realizado:

Tabla 4.6: Tipos de Ensayos.

ENSAYO	MOLDE mm.	PESO PISÓN Kg.	ALTURA CAÍDA EN	Nº de CAPAS	Nº de GOLPES
I	101,6	2,5	30,5	3	25
II	101,6	4,53	45,7	5	25
III	101,6	2,5	30,5	3	35

Las constantes del molde: Peso del molde (Pm) sin collar pero con base y su volumen interior (V) ya estaban determinadas de antemano, por lo que no fue necesario volver a evaluarlas.

Se armó el molde y se lo apoyó sobre una base firme. Con una cuchara se colocó dentro del mismo una cantidad de material suelto que alcanzara una altura un poco mayor del tercio de la altura del molde con el collar de extensión.

Con el pisón especificado que se muestra en la figura 4.3 se aplicaron 25 golpes uniformemente distribuidos sobre la superficie del suelo. Para esto debió cuidarse que la camisa guía del pisón se mantuviese bien vertical y se desplazase después de cada golpe de manera tal, que al término del número de golpes necesario, se recorriese varias veces la superficie total del suelo.



Figura 4.3: Ensayo de Compactación.

Se repitió la operación indicada en el párrafo anterior las veces requeridas para completar las tres capas previstas, poniendo en tal caso, la cantidad de suelo necesario para que, al

terminar de compactar la última capa, el molde cilíndrico quedase lleno y con un ligero exceso, 5 a 10 mm.

Se retiró con cuidado el collar de extensión y con una regla metálica, se limpió el exceso de material enrasándolo con las paredes del molde, se limpió exteriormente el molde con un pincel y se pesó el conjunto.

Posteriormente se sacó la probeta del molde y se tomó una porción de suelo en la parte central para que fuese común a todas las capas, se colocó en un pesa filtro y se pesó (pesa filtro + suelo húmedo).

Se secó en estufa a 100° C, hasta peso constante, para efectuar la determinación de humedad.

Se repitieron las operaciones indicadas, con cada una de las porciones de muestra preparadas para los otros puntos y se dio por finalizado el ensayo cuando se tuvo la certeza de tener un punto de descenso en la curva Humedad-Densidad.

#### Cálculos:

Para cada punto, determinado en la forma descrita en los párrafos anteriores, se calculó:

La humedad porcentual, utilizando la fórmula:

$$H\% = \frac{Ph - Ps}{Ps - Pf}$$

Dónde: H% = Porcentaje de humedad; Ph = Peso de la bandeja con el material húmedo; Ps = Peso de la bandeja con el material seco; Pf = Peso de la bandeja

Para conocer el valor de la Densidad de suelo seco, se utilizó la siguiente fórmula:

$$D_{ss} = \frac{D_{sh}}{1 + \frac{H\%}{100}}$$

Donde Dsh es la densidad de suelo húmedo (gr/cm<sup>3</sup>), calculada como la relación del peso del suelo húmedo (gr) y el Volumen del molde (cm<sup>3</sup>); H% es el porcentaje de humedad.

## RESULTADOS

En tabla 4.7 se expresan los valores obtenidos por el ensayo de Compactación o Próctor, como es comúnmente denominado, que con ayuda de estos valores se pudo realizar la curva Humedad – Densidad expresada en la figura 4.4.

Tabla 4.7: Resultado del Ensayo de Compactación.

PUNTO	% APROXIMADO DE HUMEDAD	MOLDE + SUELO HUM. (gr)	PESO MOLDE (gr)	PESO SUELO HUMEDO (gr)	VOLUMEN MOLDE (cm <sup>3</sup> )	DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	OBSERVACIONES
1	15.3	5217	3961	1856	920	2.017	1.75	Próctor T-99 Suelo natural
2	17.0	5264	3961	1903	920	2.068	1.768	
3	18.5	5252	3961	1891	920	2.055	1.734	
PUNTO	PESAFILTRO Nº	PESAFILTRO + S. HUMEDO (gr)	PESAFILTRO + S. SECO (gr)	TARA PESAFILTRO (gr)	PESO AGUA (gr)	PESO SUELO SECO (gr)	% DE HUMEDAD	
1	-	686	658	475	28	183	15.3	Operador: Pedraza 23/05/2014
2	-	654	629	482	25	147	17.0	
3	-	642	617	482	25	135	18.5	

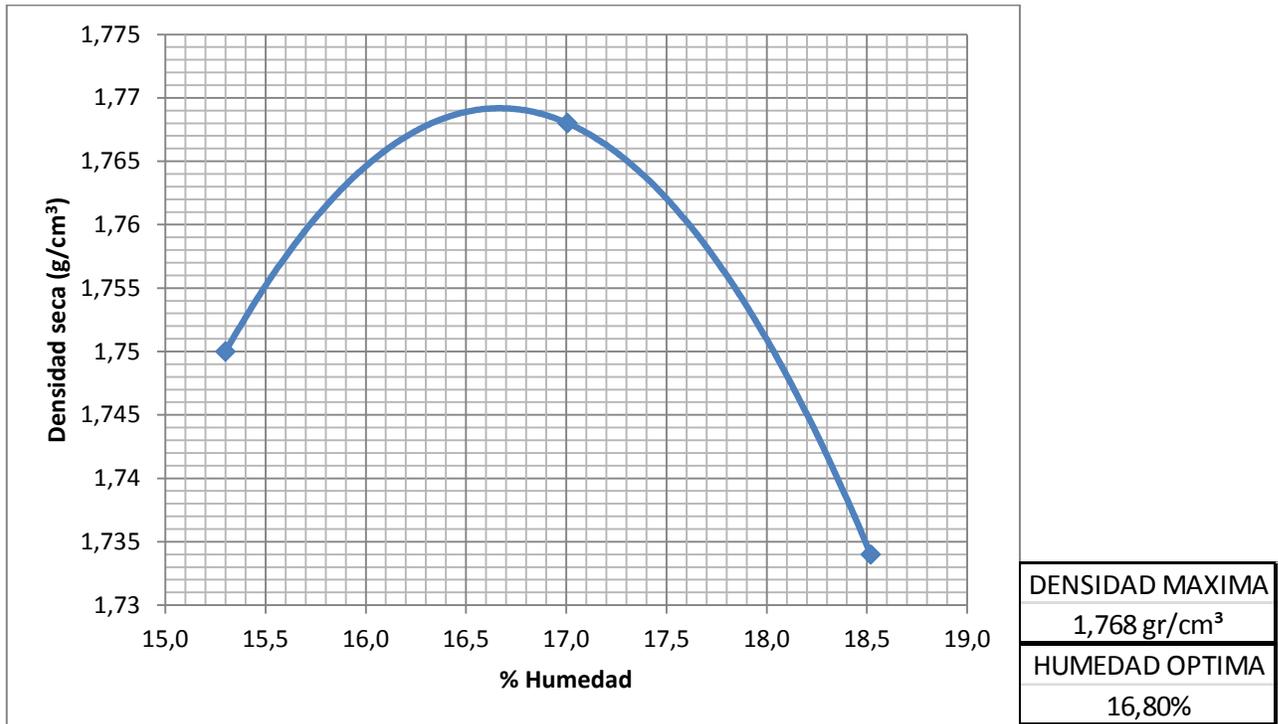


Figura 4.4: Curva Humedad – Densidad.

Se aclara que en teoría son necesarios conocer cinco puntos para realizar el gráfico, tres en la rama seca y dos en la húmeda, pero en el laboratorio se repitió sólo tres veces el procedimiento, debido a la falta de material extraído del lugar y necesario para preparar las 5 bandejas, por lo que se obtuvieron 3 puntos para realizar el gráfico, uno de los cuáles era un valor muy cercano al contenido de humedad óptima. Se comenzó el ensayo con un contenido de humedad entre el 2 y 3% cercano al contenido de humedad óptimo, añadiendo un 2% de humedad por peso en cada punto sucesivo.

Cabe destacar que esta práctica se logró gracias a la experiencia del laboratorista que, luego de innumerables ensayos a lo largo de los años, adquirió una noción del contenido de humedad aproximada a incorporar en cada caso según el tipo suelo que se esté ensayando.

En caso de no conocer con anticipación el porcentaje de humedad óptimo para cada suelo, se lo puede estimar añadiendo agua a una porción de suelo hasta que se deforme, dejando la huella de los dedos cada vez que se le aplique un esfuerzo de amasamiento, y que a su vez el suelo moldeado de esta forma se resista a la ruptura en pedazos, luego al secar la muestra hasta peso constante se puede obtener un estimativo del contenido de humedad óptimo por diferencia de pesos.

#### 4.1.3 Control de compactación por el método de la arena.

El objetivo es determinar en el terreno el peso unitario de un suelo compactado, corrientemente denominado densidad, y establecer si el grado de compactación logrado cumple las condiciones previstas.

##### Equipo:

- Dispositivo que permite el escurrimiento uniforme del material utilizado para la medición del volumen. (figura 4.5)
- Cortafríos, cucharas, espátulas u otras herramientas adecuadas para efectuar un hoyo en el terreno y retirar el material removido.
- Balanza de por lo menos 5 Kg. de capacidad con sensibilidad de 1 gramo.
- Frascos o latas con cierre hermético (para recoger el material retirado del hoyo).
- Bolsa de material plástico y/o recipiente de plástico u otro material con tapa preferentemente roscada, de 4 lt. o más de capacidad.
- Tamices IRAM 850  $\mu\text{m}$ . (Nº 20) y 600  $\mu\text{m}$  (Nº 30)
- Elementos de uso corriente en laboratorio: probetas, espátulas, palas, pinceles de cerda etc.



Figura 4.5: Dispositivo de ensayo.

##### Procedimiento:

En primer lugar se eliminó todo el material suelto con el pincel seco y se apoyó el embudo del dispositivo marcando su contorno para que después de ejecutado el hoyo, cuya densidad debía determinarse, fuese posible colocar el embudo en el mismo lugar.

Con ayuda del cortafrío y la cuchara, se ejecutó un hoyo de diámetro de 10 cm aproximadamente con paredes lisas verticales y con una profundidad igual al espesor de

la capa de subrasante, como puede observarse en la figura 4.6, y se recogió cuidadosamente todo el material retirado del hoyo, colocándolo dentro de uno de los frascos o bolsas de cierre hermético, figura 4.7.

Completada la perforación se cerró e identificó el frasco debidamente, especificando además el nombre de la calle y numeración donde se realizó el ensayo, calles que la cruzan, nombre de la obra, fecha y el operador que lo realizó.

Se vació el contenido de uno de los envases con arena normalizada en el recipiente superior del aparato colocado previamente con su embudo en coincidencia con la marca dejada en la superficie. Se abrió el robinete rápidamente  $\frac{1}{4}$  de vuelta, evitando vibraciones y se hizo fluir libremente la arena dentro de hoyo hasta que permaneciera en reposo. Se cerró el robinete y se recogió la arena sobrante en la parte superior del recipiente, colocándola debidamente identificada en el mismo envase en que venía la arena inicialmente.

Una vez que se tuvo el suelo extraído y la arena remanente del frasco, se levantó con cuidado la arena que cayó en el pozo y se guardó en un recipiente cualquiera para utilizarla posteriormente, previo tamizado. En Laboratorio se pesó, por un lado, todo el material depositado en el recipiente hermético al efectuar el pozo (peso de suelo húmedo), luego se colocó dicho material en una bandeja y se secó a estufa a  $100^{\circ}$  C hasta peso constante (Peso de suelo seco). Por otro lado, se pesó la arena sobrante en la parte superior del embudo. Estos datos fueron útiles para realizar los cálculos necesarios que permitieron conocer la densidad in situ del suelo lograda con la compactación y compararla con la densidad máxima obtenida en el Ensayo de compactación. De esta manera se pudo conocer el grado de compactación, siendo éste un valor que debió ser necesariamente superior al exigido en el Pliego de Especificaciones Técnicas, es decir al 95% de la densidad máxima.



Figura 4.6: Ejecución del pozo sobre subrasante.



Figura 4.7: Recolección del suelo extraído.

El Ensayo se ejecutó en cada badén y bocacalle de la obra, los resultados y la información complementaria se puede observar en tablas 4.8 a 4.10.

Ocurrió en el primer badén ensayado, una deficiencia en el grado de compactación, arrojando un valor de 79,7%. Este valor se debió corregir, realizando una nueva compactación.

Cabe aclarar que este ensayo no presenta dificultades, pero se debe tener extrema precaución al momento de ejecutarlo ya que trae aparejado la aceptación o rechazo de todo un trabajo previo en obra, por parte del Contratista. Por este motivo se debió tener mucha cautela, al realizar el pozo, de no perder material extraído del mismo. A su vez se debió tener especial cuidado en la correcta identificación de los frascos con arena remanente en cada caso para evitar confusiones al momento de realizar los cálculos.

Tabla 4.8: Resultados del Ensayo.

Fecha	Muestra nº	Proctor nº	Humedad Optima	Espesor (mts)	Arena inicial	Arena remanente	Peso arena pozo + cono (gr.)	Constante Cono (gr.)	Arena pozo (gr.)	Densidad arena (gr/cm³)	Volumen (cm³)	Peso material extraído (gr.)	Densidad húmeda (gr/cm³)	% Humedad	Densidad seca (gr/cm³)	Densidad Proctor (gr/cm³)	% RC
23/05/2014	119	21	6.4	0.15	4000	1336	2664	1159	1505	1.37	1099	1855	1.69	19.4	1.41	1.78	79.5
28/05/2014	120	49	16.7	0.15	4000	1575	2425	1078	1347	1.45	929	1880	2.02	15.2	1.76	1.78	98.7
26/05/2014	136	49	16,7	0.15	4000	1443	2557	1078	1479	1.45	1020	2109	2.07	9.7	1.88	1.95	96.7
10/06/2014	170	49	16.7	0.15	4000	1866	2134	1085	1049	1.37	766	1456	1.90	12.2	1.69	1.78	95.2
10/06/2014	171	49	16.7	0.15	4000	1936	2064	1085	979	1.37	715	1348	1.89	11.7	1.69	1.78	94.9
27/06/2014	216	49	16.7	0.15	3500	1087	2413	1159	1254	1.37	915	1777	1.94	13.4	1.71	1.78	96.2
28/06/2014	217	49	16.7	0.15	3500	1069	2431	1159	1272	1.37	928	1799	1.94	12.9	1.72	1.78	96.4
11/07/2014	246	49	16.7	0.15	3500	939	2561	1159	1402	1.37	1023	1960	1.92	9.7	1.75	1.78	98.1
12/07/2014	254	49	16.7	0.15	3500	1155	2345	1159	1186	1.37	866	1670	1.93	11.6	1.73	1.78	97.2
13/07/2014	262	49	16.7	0.15	3500	1050	2450	1159	1291	1.37	942	1864	1.98	12.8	1.75	1.78	98.5
14/07/2014	283	49	16.7	0.15	3500	841	2659	1159	1500	1.37	1095	2110	1.93	9.9	1.75	1.78	98.5
15/07/2014	295	49	16.7	0.15	3500	1563	1937	1159	778	1.37	568	1100	1.94	14.3	1.69	1.78	95.2

Tabla 4.9: Referencias de muestras, ubicación y tipo de suelo.

Nº	Ubicación	Tipo de suelo
119	Cleto Aguirre y Pje Cachul (sur)	suelo natural
120	repeticion 119	suelo natural
136	Cleto Aguirre y Pje Quinchan	suelo natural
170	Cleto Aguirre y Antofagasta	suelo natural
171	Cleto Aguirre y Antofagasta	suelo natural
216	Cleto Aguirre y Calfucir (baden)	suelo natural
217	Cleto Aguirre y Calfucir (baden)	suelo natural
246	Cleto Aguirre y Manuel Grande	suelo natural
254	Cleto Aguirre y Pincen	suelo natural
262	Cleto Aguirre y Curunao	suelo natural
283	Cleto Aguirre y Curunao	suelo natural
295	Curunao y Formosa	suelo natural

Tabla 4.10: Datos iniciales de cada muestra.

Muestra Nº	119	120	136	170	171	216	217	246	254	262	283	295
PF + SH	718	708	766	691	750	752	780	618	2997	658	650	658
PF + SS	680	677	741	667	722	719	746	605	2959	638	635	636
Peso Agua	38	31	25	24	28	33	34	13	38	20	15	22
Peso PF	484	473	483	471	482	472	483	471	2630	482	483	482
Suelo seco	196	204	258	196	240	247	263	134	329	156	152	154
% Humedad	19.4	15.2	9.7	12.2	11.7	13.4	12.9	9.7	11.6	12.8	9.9	14.3

## 4.2 CONTROL DE CALIDAD PARA EL HORMIGON ELABORADO

Puede definirse como el conjunto de procedimientos técnicos empleados para lograr que el producto final cumpla con los requisitos especificados en el proyecto.

El control se efectúa tanto para el Estado fresco, como para el Estado endurecido del Hormigón.

*Estado Fresco:* Es el momento en que se puede decidir si se coloca la mezcla, hay que corregirla, o debe ser rechazada. Además aporta información temprana sobre el comportamiento futuro del H° endurecido. Es imprescindible determinar el asentamiento, y las propiedades en estado fresco.

*Estado Endurecido:* La resistencia mecánica es la propiedad más conocida de la mezcla endurecida. El hormigón luego del período de fraguado, comienza a dar resistencia hasta endurecerse por completo.

El hormigón elaborado debe reunir la trabajabilidad, la resistencia mecánica, y la durabilidad adecuadas.

### 4.2.1 Ensayo de asentamiento con el Tronco de Cono de Abrams (IRAM-1536)

El tronco cono de la figura 4.8, humedecido se colocó sobre una superficie lisa, plana y no absorbente. Sujetándolo firmemente contra el suelo, apoyando los pies sobre las orejas inferiores del dispositivo. El molde se llenó en tres capas iguales, compactando cada capa mediante 25 golpes con varilla de acero normalizada, que atravesaron la capa a compactar, pero no las inferiores. A continuación se enrasó con cuchara, procurando no volver a compactar el material con esta operación y se levantó lentamente el cono hacia arriba. Finalmente, se midió con regla graduada la diferencia de altura entre el molde y el volumen tronco cónico deformado de hormigón, figura 4.9.



Figura 4.8: Cono de Abrams.

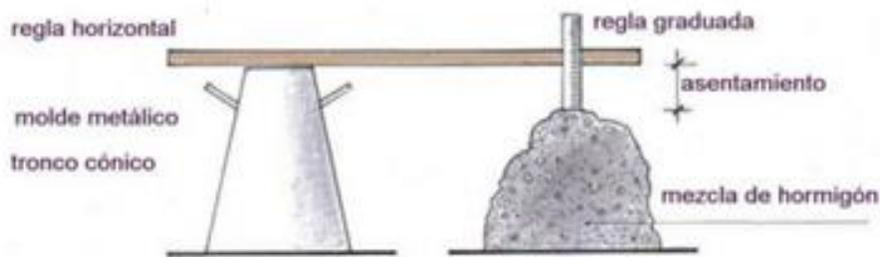


Figura 4.9: Medición del Asentamiento.

El valor de asentamiento fue de 7cm, en el primer ensayo realizado por la alumna, resultando un valor aceptable y cercano al valor ideal, que en este caso correspondía a un valor de 8cm. Las restantes determinaciones se realizaron por un operador del laboratorio y se desconocen dichos resultados.

#### 4.2.2 Ensayo de resistencia a la rotura por compresión.

Para la determinación de ensayos de resistencia a la compresión se moldearon probetas cilíndricas de 15 centímetros de diámetro y 30 cm. de altura aproximados. El moldeo se efectuó colocando y compactando el hormigón de forma similar a la empleada en el ensayo de asentamiento realizado con el tronco de cono de Abrams.

De cada muestra de hormigón fresco, se moldearon cuatro probetas cilíndricas normalizadas, para ser ensayadas a compresión axial, dos de ellas a 7 días y las otras 2 dos a 28 días. Se aclara que para realizar este ensayo no se debe extraer la muestra de hormigón ya colocado en los encofrados, dado que la muestra no es representativa y estaría afectada por fenómenos como la segregación y exudación. En general, la muestra se toma de la porción central del pastón, evitando el inicio y el fin de la descarga del camión motohormigonero, desviando el flujo de hormigón hacia un recipiente capaz de contener toda la muestra necesaria.

El resultado de cada ensayo se calculó como el promedio aritmético de las resistencias a compresión axial de las dos probetas de la misma edad; debiendo descartarse el ensayo en el cual existiera una dispersión mayor del 15 % entre dichas dos probetas. Los resultados de los ensayos fueron corregidos por su edad y relación altura/diámetro.

Las probetas se mantuvieron en sus moldes durante un periodo de 24 hs. En ese lapso estuvieron protegidas de sufrir vibraciones, sacudidas, golpes, debiendo mantenerse en un ambiente protegido de inclemencias climáticas ya sea calor, frío, lluvia o viento. Una vez transcurridas las primeras 24 hs, se procedió a desmoldar e inmediatamente a acondicionar las probetas.

Previo al ensayo de compresión, debieron prepararse las superficies de las bases del cilindro de manera que las caras resultaran paralelas entre sí y al mismo tiempo planas y lisas. Esto se consiguió en forma muy sencilla, efectuando el procedimiento denominado encabezado como se muestra en la figura 4.10, para el que se emplea habitualmente una mezcla en base a azufre, grafito y polvo calcáreo, la que es calentada hasta la fusión; inmediatamente se apoya sobre esa mezcla fundida la probeta en posición vertical con ayuda de un dispositivo encabezador provisto de guías. Como consecuencia del contacto con la probeta, que está a temperatura ambiente, la mezcla se endurece y se adhiere firmemente a la base de la probeta, lo que permite de inmediato repetir la operación con el extremo opuesto de la probeta, y ésta queda así en condiciones de ser sometida al ensayo de rotura por compresión.



Figura 4.10: Probeta de hormigón para ensayo.

Se utilizó una prensa con capacidad de 120 toneladas según se puede observar en la figura 4.11. Inmediatamente se procedió a colocar la probeta en la prensa, centrarla y se midió la deformación de la probeta al aplicársele cargas axiales de compresión cada vez mayores.

Se destaca que la velocidad de aplicación de la carga sobre la probeta tiene influencia importante en el resultado del ensayo; en efecto las cargas excesivamente rápidas, al no dar tiempo a la deformación de todas las partículas de la probeta, dan como consecuencia una carga de rotura artificialmente elevada; en cambio la carga excesivamente lenta provoca el efecto contrario. El ritmo de la velocidad debe mantenerse entre 250 y 600 kg por segundo para probetas de este diámetro.



Figura 4.11: Prensa para ensayo.

En las tablas 4.11 a 4.14 se exponen los resultados obtenidos luego del ensayo realizado a probetas confeccionadas con el hormigón elaborado por una misma Empresa, además se provee información de la ubicación en donde ese hormigón fue vertido. Se menciona que no se han efectuado probetas para todos los viajes, intercalando los controles para verificar que los parámetros se mantuviesen sin grandes variaciones.

Tabla 4.11: Ensayo a la compresión de probetas estándar de Hormigón fecha 30/06/2014.

OBRA: BACHEO CON H° E° - Sector S-O		REMITO: S/D	ENSAYADAS EN: LABORATORIO DE OBRAS VIALES	
EMPRESA: LA MARCHESINA		PRECINTO: S/D	FECHA DE ENSAYO: 07/07/2014 Y 29/07/2014	
H-25		ASENTAMIENTO (cm):	INSPECTOR:	
CAMION: JFJ 132	HORA: 11:30	CANTIDAD (m³):	OPERADOR:	

Número o designación	Altura sin cabeza	Altura con cabeza [mm]	Diámetro [mm]	Superficie [cm²]	Carga de Rotura [Kg]	P/S [Kg/cm²]	h/d corregida	Factor de corrección	Referido a h/d=2	Edad [días]	Resistencia a la compresión	Fecha de Hormigonado
93	300	-	150	176,7	40250	227,8	2	1	227,8	7	227,8	30/06/2014
94	300	-	150	176,7	45000	254,7	2	1	254,7	7	254,6	
95	300	-	150	176,7	48000	271,6	2	1	271,6	29	270,5	
96	300	-	150	176,7	49500	280,1	2	1	280,1	29	279,0	

93	Cleto Aguirre esq. Antofagasta- 1/2Bocacalle
94	
95	
96	

La resistencia a la compresión promedio a los 7 días es: 241,20 Kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días es de 274,75 Kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 4.12: Ensayo a la compresión de probetas estándar de Hormigón fecha 02/07/2014.

OBRA: BACHEO CON H° E° - Sector S-O		REMITO: S/D	ENSAYADAS EN: LABORATORIO DE OBRAS VIALES										
EMPRESA: LA MARCHESINA		PRECINTO: S/D	FECHA DE ENSAYO: 11/07/2014 Y 29/07/2014										
H-25		ASENTAMIENTO (cm):	INSPECTOR:										
CAMION: MOP 422	HORA: 9:15	CANTIDAD (m³):	OPERADOR:										
Número o designación	Altura sin cabeza	Altura con cabeza [mm]	Diámetro [mm]	Superficie [cm²]	Carga de Rotura [Kg]	P/S [Kg/cm²]	h/d corregida	Factor de corrección	Referido a h/d=2	Edad [días]	Resistencia a la compresión	Fecha de Hormigonado	
99	300	-	150	176,7	34250	193,8	2	1	193,8	9	193,8	02/07/2014	
100	300	-	150	176,7	35000	198,1	2	1	198,1	9	198,1		
101	300	-	150	176,7	44000	249,0	2	1	249,0	27	249		
102	300	-	150	176,7	44500	251,8	2	1	251,8	27	251,8		
99	Cleto Aguirre esq. Quinchan- Bocacalle												
100													
101													
102													

La resistencia a la compresión promedio a los 7 días fue 195,95 Kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días resultó de 250,40 Kg/cm<sup>2</sup> igualando a la resistencia especificada de 250,00 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

Tabla 4.13 Ensayo a la compresión de probetas estándar de Hormigón fecha 03/07/2014.

OBRA: BACHEO CON H° E° - Sector S-O		REMITO: S/D		ENSAYADAS EN: LABORATORIO DE OBRAS VIALES									
EMPRESA: LA MARCHESINA		PRECINTO: S/D		FECHA DE ENSAYO: 11/07/2014 Y 1/08/2014									
H-25		ASENTAMIENTO (cm):		INSPECTOR:									
CAMION: IIF 878		HORA:		CANTIDAD (m³):		OPERADOR:							
Número o designación	Altura sin cabeza	Altura con cabeza [mm]	Diámetro [mm]	Superficie [cm²]	Carga de Rotura [Kg]	P/S [Kg/cm²]	h/d corregida	Factor de corrección	Referido a h/d=2	Edad [días]	Resistencia a la compresión	Fecha de Hormigonado	
103	300	-	150	176,7	46000	260,3	2	1	260,3	8	260,3	03/07/2014	
104	300	-	150	176,7	46750	264,6	2	1	264,6	8	264,6		
105	300	-	150	176,7	50250	284,4	2	1	284,4	29	283,2		
106	300	-	150	176,7	48250	273,0	2	1	273,0	29	271,9		
103	Cleto Aguirre esq. Calcifur - Bocacalle												
104													
105													
106													

La resistencia a la compresión promedio a los 7 días fue 262,45 Kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días resultó de 277,55 Kg/cm<sup>2</sup> superando a la resistencia especificada de 250,00 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

Tabla 4.14: Ensayo a la compresión de probetas estándar de Hormigón fecha 04/07/2014.

OBRA: BACHEO CON H° E° - Sector S-O		REMITO: S/D		ENSAYADAS EN: LABORATORIO DE OBRAS VIALES									
EMPRESA: LA MARCHESINA		PRECINTO: S/D		FECHA DE ENSAYO: 11/07/2014 Y 1/08/2014									
H-25		ASENTAMIENTO (cm):		INSPECTOR:									
CAMION: MOP 421		HORA: 9:30		CANTIDAD (m³):		OPERADOR:							
Número o designación	Altura sin cabeza [mm]	Altura con cabeza [mm]	Diámetro [mm]	Superficie [cm²]	Carga de Rotura [Kg]	P/S [Kg/cm²]	h/d corregida	Factor de corrección por altura	Referido a h/d=2 [Kg/cm²]	Edad [días]	Resistencia a la compresión corregida [Kg/cm²]	Fecha de Hormigonado	
107	300	-	150	176,7	34750	196,6	2	1	196,6	7	196,6	04/07/2014	
108	300	-	150	176,7	34000	192,4	2	1	192,4	7	192,4		
109	300	-	150	176,7	44750	253,2	2	1	253,2	28	253,2		
110	300	-	150	176,7	42000	237,7	2	1	237,7	28	237,7		
107	Cleto Aguirre esq. Quinchan - Bocacalle												
108													
109													
110													

La resistencia a la compresión promedio a los 7 días fue 194,50 Kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días resultó de 245,45 Kg/cm<sup>2</sup> resultando un tanto inferior a la resistencia especificada de 250,00 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

## CAP. 5: CÓMPUTO Y PRESUPUESTO

### 5.1 DETALLE DE TAREAS Y CANTIDADES

Para realizar el presupuesto de un proyecto es imprescindible contar con un cómputo métrico correctamente realizado que determine las cantidades de cada uno de los ítems a ejecutar. Se trata básicamente de un problema de medición de longitudes, áreas y volúmenes. No obstante a la simplicidad de sus métodos y fundamentos, el cómputo métrico supone el conocimiento de los procedimientos constructivos de la obra, y su correcta realización depende de un trabajo cuidadoso y ordenado. Para ejecutarlo se debe estudiar toda la documentación existente, respetar los planos, ajustarse a las normas y medir con exactitud.

En el presente trabajo el cómputo métrico se realizó detallando en ítems los trabajos a realizar por separado, calculando las cantidades en las unidades correspondientes, luego se transformaron dichas cantidades en módulos, cuyo valor multiplicado por el precio unitario del Hormigón resultó ser el precio del ítem.

A continuación se detallan en la tabla 5.1 las cantidades a ejecutar en cada ítem.

Tabla 5.1: Cómputo métrico.

ITEM : I				
MOVIMIENTO DE SUELO DESMONTE ( M3 )				
Ubicación	Espesor m	Ancho m	Longitud m	Volumen m 3
Calle Cleto Aguirre entre Alto Alegre y Pje Manuel Grande	0.33	6.40	334.47	706.40
Calle Cleto Aguirre entre Pje Manuel Grande y Pincen	0.33	5.20	51.12	87.72
Calle Cleto Aguirre entre Pincen y Curunao	0.33	6.40	53.14	112.23
Curunao	0.33	2.40	262.14	207.61
Sub -Total				1,113.97
Imprevistos 5 %				55.70
<b>TOTAL ( M3 )</b>				<b>1,169.67</b>

ITEM : II				
PREPARACION DE SUBRASANTE ( M3 )				
Ubicación	Espesor m	Ancho m	Longitud m	Volumen m 3
Calle Cleto Aguirre entre Alto Alegre y Pje Manuel Grande	0.15	6.40	353.13	339.00
Calle Cleto Aguirre entre Pje Manuel Grande y Pincen	0.15	5.20	51.12	39.87
Calle Cleto Aguirre entre Pincen y Curunao	0.15	6.40	72.05	69.17
Curunao	0.15	2.40	262.14	94.37
Sub -Total				542.42
Imprevistos 5 %				27.12
<b>TOTAL ( M3 )</b>				<b>569.54</b>

ITEM : III a) Badenes				
PAVIMENTO DE HORMIGON SIMPLE esp. 0,18m (M2)				
Ubicación	Cantidad u		Superficie m2	Superficie m2
Bocacalle Cleto Aguirre esq. Pje. Cachul	1		326,91	326,91
Bocacalle Cleto Aguirre esq. Quinchan	1		306,81	306,81
Badenes Cleto Aguirre esq. Antofagasta	1		122,22	122,22
Badenes Cleto Aguirre esq. Pje. Calfucir	1		122,34	122,34
Baden Cleto Aguirre esq. Pje. Manuel Grande	1		146,52	146,52
Baden Cleto Aguirre esq. Pincen	1		146,2	146,20
Bocacalle Cleto Aguirre esq. Curunao	1		403,30	403,30
Badenes Curunao esq. Formosa	1		159,94	159,94
Sub -Total 1				1734,24
Imprevistos 5 %				86,71
<b>TOTAL 2 ( M2 )</b>				<b>1820,95</b>

ITEM : III b)Cordón cuneta				
PAVIMENTO DE HORMIGON SIMPLE esp. 0,15m				
Ubicación	Cantidad u	Ancho m	Longitud m	Superficie m 2
Calle Cleto Aguirre entre Alto Alegre y Pje Manuel Grande	2	0.90	265.28	477.50
Calle Cleto Aguirre entre Pje Manuel Grande y Pincen	1	0.90	51.12	46.01
Calle Cleto Aguirre entre Pincen y Curunao	2	0.90	53.14	95.65
Curunao	2	0.90	207.58	373.64
Sub -Total 2				992.81
Imprevistos 5 %				49.64
<b>TOTAL 2 ( M2 )</b>				<b>1042.45</b>
<b>TOTAL 1+2 (M2)</b>				<b>2863.40</b>

ITEM : IV			
ROTURA Y EXTRACCION DE PAVIMENTO ( m <sup>2</sup> )			
Ubicación	Ancho m	Longitud m	Sup m2
Bocacalle Cleto Aguirre y Pje Manuel Grande			77.04
Bocacalle Cleto Aguirre y Pincen			80.16
Calle Cleto Aguirre entre Pje Manuel Grande y Pincen	0.75	53.18	39.885
Sub -Total			197.09
Imprevistos 5 %			9.85
<b>TOTAL3 ( M3 )</b>			<b>206.94</b>

Tabla 5.2: Resumen.

ITEM	DESIGNACIÓN BARRIO /Item	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	MODULOS	Coeficiente corrector de unidad de medida
I	DESMONTE	m3	1.169,67	90,00	105.270,30	375,97	0,321
II	PREPARACION DE LA SUBRASANTE	m3	569,54	140,00	79.735,60	284,77	0,500
III-a	PAVIMENTO DE HORMIGON SIMPLE esp. 0,15m Cord.Cun	m2	1.042,45	280,00	291.886,00	1.042,45	1,000
III-b	PAVIMENTO DE HORMIGON SIMPLE esp. 0,18m Bocacalles	m2	1.820,95	360,00	655.542,00	2.341,22	1,286
IV	ROTURA Y EXTRACCION DE PAVIMENTO	m2	206,94	95,00	19.659,30	70,21	0,339
<b>TOTAL</b>					<b>1.152.093,20</b>		

Tabla 5.3: Presupuesto Oficial.

 <b>MUNICIPALIDAD DE LA CIUDAD DE CORDOBA</b> <b>DIRECCION DE OBRAS VIALES</b> Departamento Ingeniería - División Estudios y Proyectos								
<b>Obra: CONSTRUCCION DE CORDONES CUNETAS Y BADENES EN RECORRIDOS DE TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS Y CONEXIONES BARRIALES.</b>								
<b>Plazo de ejecución: 200 días</b>						<b>mar-14</b>		
<b>COMPUTO METRICO Y PRESUPUESTO OFICIAL</b>								
Item	DESIGNACIÓN	Un.	Cant.	Coef. Correcc.	Modulos		Presupuesto Oficial	
					Parcial	Total	Unitario	Total
I	DESMONTE	m <sup>3</sup>	1.170	0,321	375,57			
II	PREPARACION DE SUBRASANTE	m <sup>3</sup>	570	0,500	285,00			
III-a	PAVIMENTO DE HORMIGÓN SIMPLE (e=0,15m) Cordón Cuneta	m <sup>2</sup>	1.042	1,000	1.042,00			
III-b	PAVIMENTO DE HORMIGON SIMPLE esp. 0,18m Bocacalles	m <sup>2</sup>	1.821	1,286	2.341,81			
IV	ROTURA Y EXTRACCION DE PAVIMENTO	m <sup>2</sup>	207	0,339	70,17			
<b>TOTAL</b>					<b>4.114,55</b>	<b>280,00</b>	<b>1.152.074,00</b>	
<b>Son pesos: Un Millon Ciento Cincuenta y Dos Mil Setenta Cuatro con 0/00.</b>								

Cada módulo se obtiene de multiplicar la cantidad por el precio unitario del correspondiente ítem, y luego dividirla por el precio unitario del Hormigón.

El Coeficiente corrector de unidad de medida se obtiene como la relación entre el módulo y la cantidad de cada ítem.

Los Precios Unitarios en cada ítem incluyen, en todos los casos, materiales, mano de obra y carga fija acorde a la unidad de medición en cada caso. Estos precios no fueron calculados por la alumna, se facilitaron, dado que eran los precios que se estaban manejando en ese momento para tener uniformidad en los presupuestos. Estos precios se actualizan constantemente.

## 5.2 CERTIFICACION DE OBRA

La Inspección realizó la verificación y correspondiente medición, mes a mes, de las cantidades efectivamente ejecutadas de las distintas tareas que conformaron el ítem del proyecto.

Una vez medidos y computados los trabajos aprobados, se emitió un certificado mensual de obra, aplicando a las cantidades medidas según los cálculos métricos elaborados, el "coeficiente corrector de unidad de medida" extraído de las tablas elaboradas en la etapa de proyecto. El producto de esta multiplicación transformó dichas cantidades ejecutadas en módulos, cuyo valor multiplicado por el precio unitario del módulo resultó la única compensación por los trabajos llevados a cabo para las distintas tareas del ítem.

Cada tarea que ejecutada y medida en su correspondiente unidad de medida, se transformó a los efectos de su certificación a "módulo".

## CAP. 6: CONCLUSIONES

### 6.1 CONCLUSIONES ESPECÍFICAS DEL INFORME

Entre los beneficios que se obtienen al realizar una obra de cordón cuneta y badenes de Hormigón está el derivar las aguas urbanas de manera ordenada, favoreciendo a que las calles no sean destruidas por erosión y que las calzadas permanezcan en buen estado. También se cambia el paisaje urbanístico de la zona y el valor inmobiliario de las propiedades en donde se realizan las obras, aumentando al mejorar el área.

Respecto a la etapa de diseño, se puede concluir que el las herramientas actuales favorecen ampliamente el desarrollo de un proyecto, ya sea en los tiempos y en la exactitud de los resultados. El uso de imágenes satelitales para el reconocimiento de la zona y el software utilizado para el diseño resultaron de gran utilidad. De todos modos, fue necesario tener contacto real con la obra, tal como se hizo en el relevamiento y las visitas a campo. Éstas permitieron apreciar las construcciones, el emplazamiento y en general, permitió tener una idea de la dimensión de la obra.

Se pudo comprobar que la evacuación del agua tuvo lugar en forma adecuada, sin acumulación en ninguna zona, al momento de la inauguración realizada por la Entidad. En cuya ocasión, previa inauguración, la misma encomendó una limpieza de las calles involucradas mediante un camión para riego que expulsaba agua a presión, poniéndose en evidencia el adecuado drenaje y cumpliendo con el objetivo principal de la obra.

El plazo de obra se cumplió de manera aceptable, pese a los retrasos iniciales debido a las intensas lluvias sufridas en los primeros 5 meses del presente año.

No se presentaron grandes problemas durante la elaboración del proyecto, inspección de obra y ejecución de ensayos de laboratorio. Siendo de gran importancia el aporte de los profesionales y técnicos en cada etapa.

## 6.2 CONCLUSIONES GENERALES DE LA EJECUCIÓN DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

Como conclusión se puede decir que se han cumplido los objetivos planteados en el presente informe.

Durante la práctica supervisada se aplicaron efectivamente los conocimientos adquiridos en diversas materias durante el cursado de la carrera y también se aplicaron los conocimientos en el empleo de software de dibujo asistido que se utilizó, cuyas facilidades permitieron importantes ahorros de tiempo.

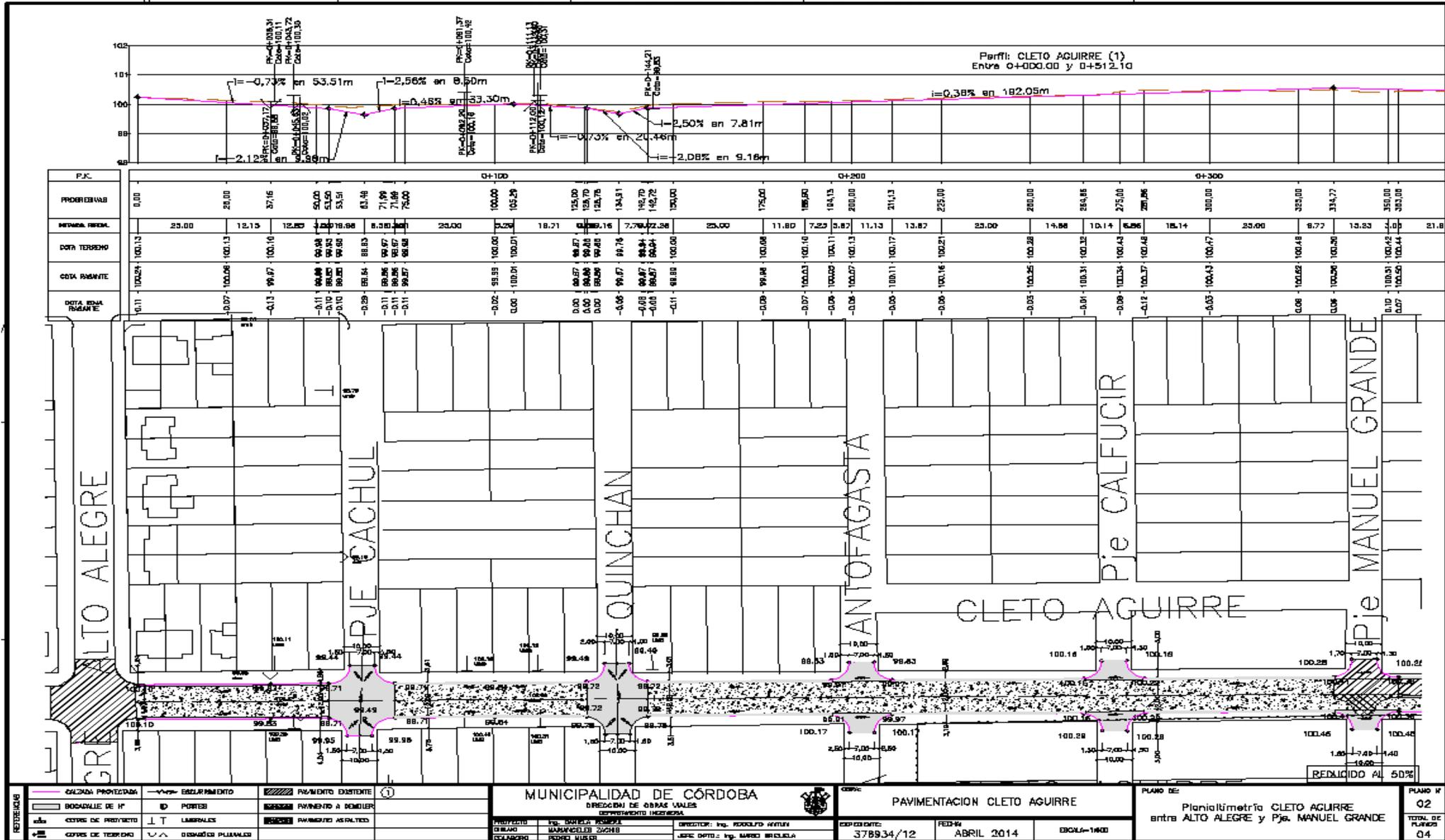
Se puede destacar la gran ventaja que se logra al llevar a cabo la práctica supervisada, la que brinda una experiencia práctica a los alumnos antes de su egreso, tanto en relación al trabajo en equipo de profesionales, como al cumplimiento de los tiempos y la responsabilidad requerida en cada etapa de obra.

## CAP. 7: ANEXOS

### 7.1 ANEXO I: PLANIMETRÍA GENERAL

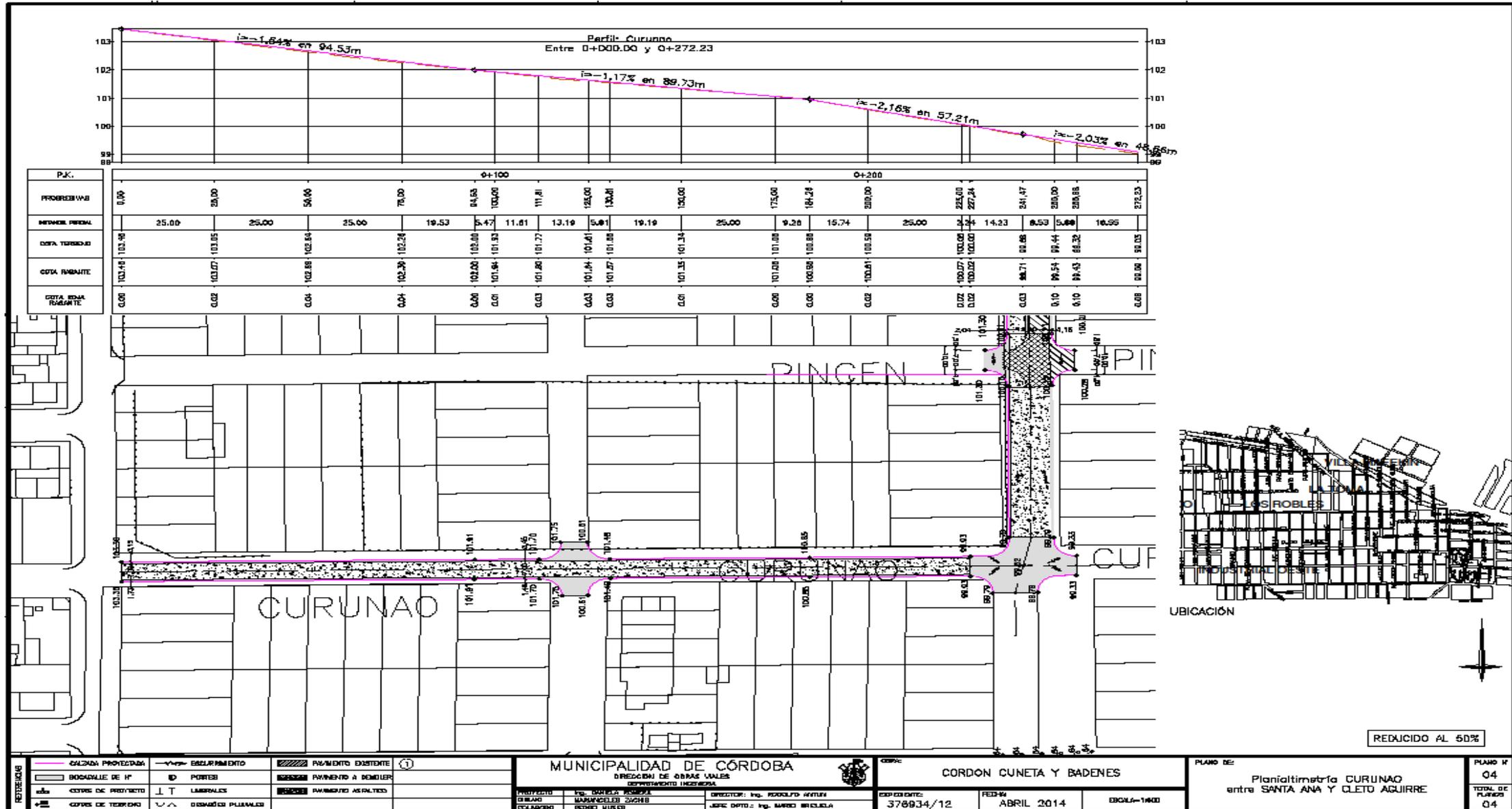


## 7.2 ANEXO II: PLANIALTIMETRÍA CALLE CLETO AGUIRRE





7.4 ANEXO IV: PLANIALTIMETRÍA CALLE CURUNAO



## 7.5 ANEXO IV: HIGIENE Y SEGURIDAD EN OBRA

En este capítulo se habla de las recomendaciones mínimas a cumplimentar en este tipo de obras, donde se conoce que existen riesgos potenciales del entorno, situación y emplazamiento. Cabe aclarar que la alumna no ha participado de la vigilancia para favorecer al cumplimiento de ciertas condiciones exigidas en obra, pero ha podido observar ciertas falencias. Motivo por el cual tuvo la necesidad de dedicar algunos párrafos referidos directamente al tipo de obra ejecutada. Para ello fue necesario recurrir al Decreto N° 351/79, Reglamentación de la ley 19.587.

### 7.5.1 ART

El contratista debe contar con personal afiliado a una Aseguradora de Riesgo de Trabajo en tanto que, todo personal que no lo estuviera, debe estar cubierto por un Seguro de Accidentes Personales con vigencia durante el plazo de ejecución de la obra y que cubra como mínimo las indemnizaciones en concepto de incapacidad permanente o transitoria, parcial o total y / o muerte.

El contratista debe colocar por su exclusiva cuenta y en el lugar que indicado por la Inspección, dos letreros de madera alusivos a la obra cuyas dimensiones, color y literatura sean adecuadas a la obra en cuestión.

*Experiencia:* Se remarcó la falta de carteles de obra en ambos frentes de obra. Si bien no son calles de alto tránsito, se debe respetar la señalización e información que forma parte de la obra.

### 7.5.2 Desmonte y movimiento de suelo

Antes de comenzar los trabajos se debe conocer las posibles interferencias con servicios afectados como conducciones de agua, gas, luz, cloacas, líneas telefónicas, eléctricas.

En la fase de movimiento de suelo se produce la manipulación de volúmenes de tierra realizada por maquinaria pesada con una serie de riesgos específicos. En estos trabajos es conveniente limitar la circulación de personas en las zonas de trabajo de las máquinas.

En caso de simultaneidad de tareas es conveniente dotar de la señalización apropiada evitando atropellos por máquinas y vehículos, situación que dará lugar a la presencia de varios vehículos en la obra, debiendo ordenar el tránsito de los mismos.

El personal debe utilizar la vestimenta adecuada para la obra.

Los vehículos y maquinarias para el movimiento de suelo y manipulación de materiales deben ajustarse a lo dispuesto en la ley 19587 de Higiene y Seguridad en el trabajo. Deberán mantenerse en buen estado de funcionamiento y utilizarse correctamente. Los

maquinistas y personal encargado deben tener una formación especial para manipularlas. El conductor debe conocer previamente el terreno y los obstáculos exteriores que le impidan desplazarse o realizar su tarea de manera segura. Antes de efectuar cualquier maniobra debe conocer las situaciones del resto de los trabajadores afectados a esta tarea. Para evitar la caída o deslizamientos al subir o bajar de la maquina se debe mantener siempre 3 puntos de contacto con la máquina como ser: dos manos y pie. No debe utilizarse el volante o las palancas para agarrarse de ellas.

El conductor debe inspeccionar que los controles de las maquinarias se encuentren en posición correcta y nunca debe salir de la cabina dejando el motor en marcha.

No se permite el ascenso de personas al casco de la pala, ya sea para transportarlas o elevarlas a determinada altura con respecto al nivel del piso.

Durante el trabajo de desmonte y movimiento de suelo se deben utilizar los sistemas de señalización acústica y luminosa. En general los equipos de trabajo no deben utilizarse de forma o en condiciones contraindicadas por el fabricante.

### 7.5.3 Hormigonado

Previo al hormigonado es necesario realizar algunas verificaciones, como ser: Verificación de los conductores eléctricos, tomas y llaves, y de la aislación adecuada del Vibrador.

Además es necesario dotar de Elementos de protección Personal a todas aquellas personas que se encuentren involucrados en esta tarea.

- ✓ Botas de Goma
- ✓ Calzado de Seguridad
- ✓ Guantes de PVC
- ✓ Ropa adecuada

La capacitación es muy importante en todo momento, se debe brindar una enseñanza teórica- práctica que posibilite realizar las tareas con seguridad, asegurar un uso correcto de los elementos de protección personal, una correcta actuación frente a siniestros, y conocimientos sobre primeros auxilios.

Al momento de realizar el hormigonado es necesaria una adecuada señalización en zona del Colado del hormigón y un cuidadoso manipuleo del hormigón evitar el contacto con la piel y ojos.

## CAP. 8: BIBLIOGRAFIA

### Libros de consulta

- Berardo, Baruzzi, Vanoli, Freire, Tartabini, Dapás (2009) *Principios de Diseño Geométrico Vial Tomo I y II*
- A M. Armesto, F. A. Delgadino, J. M. R. Alvarellos, R. E. Bracamonte, S. Albrisi, P. Arranz, (2010), *Precio y costo de las construcciones*, Editorial Alejandría.
- Joseph, E. Bowles (1978), *Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil*, Ed. McGRAW-HILL.
- Ruiz, Celestino L. (1966), *Clasificación de Materiales para Subrasantes del Highway Research Board (H.R.B.)*, Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires.

### Normativas

- Dirección Nacional de Vialidad (1979) - *Normas de ensayos de la Dirección Nacional de Vialidad*
- IRAM (1992) - *Normas de Ensayo Estandarizadas*

### Páginas Web

[www.cordoba.gov.ar](http://www.cordoba.gov.ar)

[www.icpa.org.ar](http://www.icpa.org.ar)

[www.vialidad.gov.ar/](http://www.vialidad.gov.ar/)