



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

PRACTICA SUPERVISADA

"Asistencia técnica a la dirección de obra
de muros de contención y movimiento de
suelo"

AUTOR: BARRETO, Agustín Nicolás

TUTOR: Dr. Ing. FALAVIGNA, Claudio

SUPERVISOR EXTERNO: Ing. ORELLANA, Armando

Año 2019

RESUMEN

El presente Informe Técnico Final detalla las actividades realizadas durante la Práctica Supervisada del autor. Se desempeñaron tareas de asistencia técnica a la dirección de una obra de muros de contención y movimiento de suelos, llevadas a cabo en la constructora SURE S.A., bajo la supervisión del Ing. Armando Orellana.

La práctica supervisada, se basó en la ejecución de 84 bandejas de suelo estéril (0-20) para la fundación con plateas de viviendas de un plan denominado Nuevo Liniers de Horizonte, ubicado en la Ciudad de Alta Gracia. La particularidad de la obra es que el terreno natural cuenta con una pendiente demarcada, lo cual conlleva a la realización de muros de contención, obra que también se llevó a cabo por SURE S.A. y es parte de este informe.

En ambas actividades se realizaron las tareas propias que comprenden la dirección técnica de una obra. Entre ellas, tareas de dirección, supervisión y control, relevamiento y registros, organización del personal, control de *stock* y pedido de materiales y resguardando siempre las condiciones de higiene y seguridad.

En el desarrollo del informe se describirán las tareas, especificando la participación en cada una de ellas y mencionando las diversas contingencias que surgieron con las respectivas soluciones planteadas para superarlas.

Finalmente se hace una apreciación acerca de los trabajos realizados teniendo en cuenta los objetivos planteados al comienzo de las actividades, estableciendo así las conclusiones correspondientes.

INDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCION	6
1.1 OBJETIVOS	6
1.1.1 Objetivo General	6
1.1.2 Objetivos específicos	6
1.1.3 Objetivos Personales	6
1.2 DESCRIPCION DE LA EMPRESA	6
1.3 DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO	7
1.3.1 Supervisión y Control	7
1.3.2 Relevamientos y Registros	7
2. DESCRIPCION Y PLANIFICACION DE LA OBRA	8
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	8
2.1.1 Localización	8
2.1.2 División de trabajo	10
2.1.3 Tipologías de bandejas	15
2.1.4 Etapas	17
2.2 PLANIFICACION DE LA OBRA	18
3. MATERIALIZACION DE MUROS DE CONTENCION	19
3.1 MUROS DE CONTENCION NO PORTANTE (MC o MCE)	19
3.1.1 Fundación de Hormigón Armado	20
3.1.2 Mampostería	28
3.1.3 Aislación Hidrófuga vertical	30
3.2 MUROS DE CONTENCIÓN PORTANTE	32
3.2.1 Fundación de Hormigón Armado	33
3.2.2 Mampostería	38
3.2.3 Aislación Hidrófuga vertical	39
4. MOVIMIENTO DE SUELO EN MANZANAS	42
4.1 EXCAVACIÓN Y REUBICACIÓN DE MANTO VEGETAL	42
4.2 EXCAVACIÓN Y REUBICACIÓN DE SUELO APTO	45
4.3 ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	46
4.4 TERRAPLÉN DE SUELO APTO	49
4.5 PLATAFORMA BASE GRANULAR (MATERIAL 0-20)	53
4.6 RELLENO DE PATIOS Y JARDINES	56
5. CONTINGENCIAS Y RESOLUCIONES	58

"Asistencia técnica a la dirección de obra de muros de contención y movimiento de suelo"

5.1 EN MUROS DE CONTENCIÓN	58
5.1.1 Primera contingencia: "Error en nivel de puntos fijos"	58
5.1.2 Segunda contingencia: "Error en niveles de fundación"	59
5.1.3 Tercera Contingencia: "Falta de vinculación entre zapatas a distinto nivel"	61
5.1.4 Cuarta contingencia: "Contención superada por las precipitaciones"	62
5.1.5 Quinta contingencia: "Diferencia en certificación y cómputo"	63
5.2 EN MOVIMIENTO DE SUELO EN MANZANAS	64
5.2.1 Primera contingencia: "Anticipación de precipitaciones y falta medidas preventivas"	64
5.2.2 Segunda contingencia: "Diferencia en certificación y cómputo"	65
5. CONCLUSIONES	67
5.1 SOBRE EL PROYECTO	67
5.2 SOBRE LA EXPERIENCIA ADQUIRIDA	67
5.3 SOBRE LA PRACTICA SUPERVISADA	68
6. ANEXOS	69
6.1 Anexo 1 "Cronograma de obra"	69
6.2 Anexo 2 "Planilla de armaduras MC"	69
6.3 Anexo 3 "Planilla de armaduras MCP"	69
6.4 Anexo 4 " Espesores de manto Vegetal"	69

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Logo de la Empresa.....	6
Figura 2. Fracción Nuevo Liniers de Horizonte.....	8
Figura 3. Ubicación de Nuevo Liniers de Horizonte en mancha urbana.....	9
Figura 4. Referencias en las proximidades de la fracción.....	9
Figura 5. División de fracción en manzanas.....	10
Figura 6. Muros de Contención según su ubicación.....	12
Figura 7. Muros de Contención no portantes a nivel de bandeja terminada.....	12
Figura 8. Perfiles con manto rocoso próximo al nivel de bandeja.....	14
Figura 9. Perfiles con manto rocoso alejado del nivel de bandeja.....	14
Figura 10. Perfiles con manto rocoso intermedio.....	15
Figura 11. Modelos de Vivienda 1 y 2 con sus respectivas ampliaciones.....	16
Figura 12. Modelo de vivienda 3 con sus respectivas ampliaciones.....	17
Figura 13. Esquema de muro de contención no portante excéntrico.....	19
Figura 14. Esquema de muro de contención no portante.....	20
Figura 15. Muros de contención no portante (MMF y MMP).....	20
Figura 16. Fundación de muros de contención no portante.....	21
Figura 17. Replanteo de excavación de muro de contención no portante.....	22
Figura 18. Retroexcavadora excavando fundación de muro no portante.....	23
Figura 19. Excavación de muros y nivel de hormigón terminado replanteado.....	24
Figura 20. Paquete de armaduras para muros no portantes de un lote.....	25
Figura 21. Rótulo de armaduras de muros no portante.....	25
Figura 22. Armadura de fundación de muro de contención no portante.....	26
Figura 23. Distintas tipologías de moldes.....	27
Figura 24. Proceso de hormigonado de fundación de muro no portante.....	28
Figura 25. Llenado de muros con hormigón.....	29
Figura 26. Mampostería de muros de contención no portante terminada.....	30
Figura 27. 1° Paso de aislación hidrófuga vertical "Base impermeable".....	31
Figura 28. 2° Paso de aislación hidrófuga vertical "Pintado con pintura asfáltica".....	31
Figura 29. Esquema de muro de contención portante.....	32
Figura 30. Muro de contención Portante.....	32
Figura 31. Fundación de muro de contención portante.....	33
Figura 32. Líneas de encofrado de la fundación de MCP.....	34
Figura 33. Paquete de armaduras para muros portantes de un lote.....	35
Figura 34. Rótulo de armaduras de muros portantes.....	35
Figura 35. Armadura de fundación de muro de contención portante.....	36
Figura 36. Encofrado de fundación de muro portante.....	37
Figura 37. Fundación de muro portante hormigonada.....	38
Figura 38. Mampostería de muros de contención portante terminada.....	39
Figura 39. 1° Paso de aislación hidrófuga vertical "Base impermeable".....	40
Figura 40. 2° Paso de aislación hidrófuga vertical "Jaharro impermeable".....	40
Figura 41. 3° Paso de aislación hidrófuga vertical "Pintado y colocación de film".....	41
Figura 42. Zonificación para cada tipo de secuencia de trabajo.....	42
Figura 43. Siluetas sobre las que se extrajo el manto vegetal.....	43
Figura 44. Ejemplo de faja de trabajo para excavación de manto vegetal.....	44

"Asistencia técnica a la dirección de obra de muros de contención y movimiento de suelo"

Figura 45. Retroexcavadora realizando la excavación del manto vegetal.	44
Figura 46. Retroexcavadora excavando y mini cargadora nivelando.	45
Figura 47. Balde de retroexcavadora con puntas dobles.	47
Figura 48. Equipo compactando subrasante.	47
Figura 49. Ensayo de cono de arena en subrasante.	48
Figura 50. Esquema de terraplén de suelo apto con altura mínima 0,55 m.	50
Figura 51. Esquema de terraplén de suelo apto con altura mínima 0,00 m.	51
Figura 52. Operario plantando estacas a nivel.	51
Figura 53. Operario referenciando las estacas con líneas de cal salientes de la silueta	52
Figura 54. Equipo compactando suelo arena	52
Figura 55. Ensayo de cono de arena en suelo arena.	53
Figura 56. Estacas extras para terminación de ultima capa.	54
Figura 57. Equipo compactando material granular 0-20.	55
Figura 58. Ensayo de cono de arena en suelo granular 0-20.	55
Figura 59. Vista en corte de la forma correcta de rellenar patios y jardines.	56
Figura 60 . Vistas en corte de las formas incorrectas de rellenar patios y jardines.	57
Figura 61. Niveles de fundación de muros medianeros de patio proyectados.	60
Figura 62. Niveles de fundación de muros medianeros de patio ejecutados.	60
Figura 63. Esquema de encuentro de zapatas de fundación de distintos niveles proyectados.	61
Figura 64. Esquema de encuentro de zapatas de fundación de distintos niveles ejecutados.	62
Figura 65. Daño producido por la lluvia previo al hormigonado.	63
Figura 66. Bandeja con primera capa de suelo arena inundada.	65

1. INTRODUCCION

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

El presente informe busca detallar el seguimiento y asistencia en la ejecución de muros de contención y bandejas de suelo estéril, en terrenos con pendientes considerables. El informe se enfoca en las particularidades y problemas de la obra con la finalidad de que estas tareas sean realizadas en un futuro de una forma más eficiente haciendo un buen uso de los conocimientos y herramientas adquiridas.

1.1.2 Objetivos específicos

- ❖ Describir el proceso de ejecución de la obra, indicando los actores en cada etapa y el rol como asistente a la dirección técnica de la obra.
- ❖ Dejar un registro de los problemas observados y las soluciones adoptadas.

1.1.3 Objetivos Personales

- ❖ Aplicar y profundizar los conocimientos adquiridos durante el desarrollo de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba.
- ❖ Lograr la inserción en el ámbito laboral e interactuar con otros profesionales del rubro de la construcción y ramas afines para adquirir experiencia y conocimientos de obra bajo el rol de director técnico.

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA



Figura 1. Logo de la Empresa.

SURE S.A. es una empresa constructora en auge, dedicada a la ejecución de obras de ingeniería, especializada en movimiento de suelos. Actualmente radicada en la Ciudad de Córdoba, con 5 años de experiencia en el rubro, manteniendo desde un principio, sus objetivos, visión y valores mediante el cumplimiento de plazos, calidad de terminación de sus obras y brindando seguridad para sus trabajadores, siempre en un ambiente de mejora continua.

"Asistencia técnica a la dirección de obra de muros de contención y movimiento de suelo"

Cuenta con un área administrativa y con una operativa, la cual a su vez se distribuye y organiza en función de las diferentes obras a realizar. Actualmente cuenta con 4 empleados en la primera área, y 20 empleados en la segunda entre operarios, maquinistas e ingenieros.

El Ingeniero Armando Orellana, dueño y gerente de la empresa, es a su vez el representante técnico de todas las obras desarrolladas a quien le responden los distintos jefes de obra.

La constructora SURE S.A., como contratista, fue beneficiaria de la licitación de las obras de muros de contención y movimiento de suelo en manzanas, obras de las cuales tratará el informe.

1.3 DESCRIPCION DEL PUESTO DE TRABAJO

El puesto desempeñado por el autor de la presente Práctica Supervisada fue el de "Asistente Técnico a la Dirección de Obra". El mismo abarcó una serie de responsabilidades que se fueron asignando a medida que la obra avanzaba y que consistieron básicamente en tareas de dirección, supervisión y control, relevamiento y registros.

1.3.1 Supervisión y Control

La supervisión y el control se relacionaron de manera más directa con la faceta meramente técnica de la actividad, concretamente se supervisaron y controlaron tareas de:

- ❖ Ubicación de los mojones, ejes de replanteo y cotas de nivel en terreno, según indicaciones de planos previstos desde la Oficina Técnica de la empresa y de las indicaciones de la Dirección Técnica de la obra.
- ❖ Excavaciones
- ❖ Armaduras
- ❖ Encofrados
- ❖ Desencofrados
- ❖ Elevación de muros
- ❖ Capas aisladoras
- ❖ Terraplenado
- ❖ Certificaciones y avances de obra
- ❖ Insumos
- ❖ Higiene y seguridad

1.3.2 Relevamientos y Registros

En cuanto a los relevamientos y registros, se refiere a la corroboración en la realidad de la información volcada en la documentación técnica y las observaciones o correcciones que esta documentación pudiese necesitar.

Sin lugar a dudas, el puesto de Asistente Técnico es sumamente desafiante por el hecho de requerir la aplicación de conocimientos aprendidos mediante la formación académica, a la vez que demanda apertura para absorber procedimientos, métodos y técnicas desconocidas o novedosas.

2. DESCRIPCIÓN Y PLANIFICACIÓN DE LA OBRA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La obra denominada "Plan de Viviendas: Fracción Nuevo Liniers de Horizonte", es uno de los desarrollos llevados a cabo por una cooperativa de larga trayectoria en la ciudad de Córdoba y sus alrededores. La dimensión de la misma abarca 5 manzanas con una superficie total de 30.000,48 m², donde se localizaron las 84 bandejas para sus correspondientes viviendas.

Debido a la pendiente que posee el terreno natural, esta obra presenta la particularidad de no poseer dos bandejas contiguas a un mismo nivel.

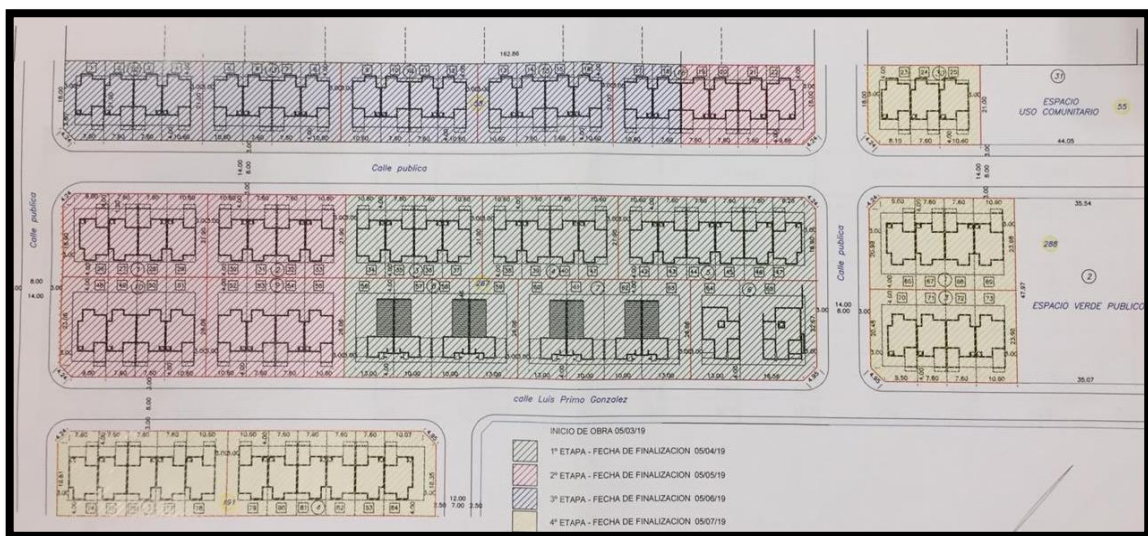


Figura 2. Fracción Nuevo Liniers de Horizonte.

2.1.1 Localización

El predio donde se ejecutó la obra se encuentra en la calle Catamarca entre Mendoza y San Juan, en la ciudad de Alta Gracia, provincia de Córdoba. Este pertenece al cuadrante Suroeste de dicha ciudad, al límite de la mancha urbana consolidada, en el barrio (no oficial) Nuevo Liniers de Horizonte.

El terreno se encuentra al pie del cordón montañoso del Valle de Paravachasca, próximo a zonas de canteras activas y a la Reserva Natural Municipal. La particularidad de su localización con pendientes naturales pronunciadas, es parte de la razón de ser de la presente obra.

En las Fig. 3, 4 y 5 puede observarse la ubicación de la fracción dentro de la mancha urbana de la ciudad de Alta Gracia, las referencias en las proximidades de la misma y como se subdividió en manzanas respectivamente.

"Asistencia técnica a la dirección de obra de muros de contención y movimiento de suelo"



Figura 3. Ubicación de Nuevo Liniers de Horizonte en mancha urbana.



Figura 4. Referencias en las proximidades de la fracción.

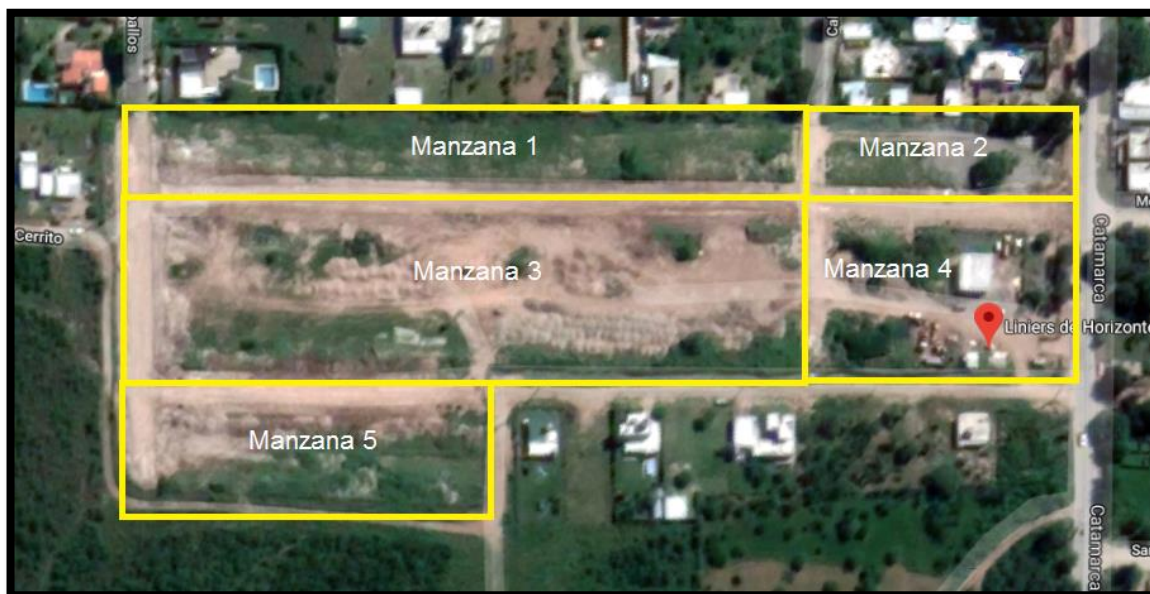


Figura 5. División de fracción en manzanas.

2.1.2 División de trabajo

En este informe se menciona la obra general como dos actividades diferentes, de ahora en adelante:

- ❖ OBRA 1: Materialización de Muros de Contención
- ❖ OBRA 2: Movimiento de Suelo en Manzanas

OBRA 1: Materialización Muros de Contención.

Debido a la pendiente del terreno natural, que alcanza valores de 10%, se debieron realizar muros de contención con el fin de nivelar y dar soporte a las bandejas sobre las que se asentarán las plateas de las viviendas. Estos muros tienen la particularidad de que dentro de un mismo lote, la cota de fundación del muro varía siguiendo la pendiente del terreno natural, optimizando así los recursos. Se obtuvieron entonces diferentes "escalones" de fundaciones vinculados que luego debieron elevarse con muros de distintas alturas hasta el nivel de bandeja terminada.

Los muros de contención se definen principalmente por su condición estructural y por su altura, teniendo así:

- ❖ Muro de Contención Portante (MCP)
 - Según su altura:
 - a. Muro 20 cm
 - b. Muro 40 cm
 - c. Muro 60 cm
 - d. Muro 80 cm
 - e. Muro 100cm

"Asistencia técnica a la dirección de obra de muros de contención y movimiento de suelo"

❖ Muro de Contención No Portante (MC)

- Según su altura:
 - a. Muro 40 cm
 - b. Muro 60 cm
 - c. Muro 80 cm
 - d. Muro 100 cm
 - e. Muro 120 cm
 - f. Muro 140 cm
 - g. Muro 160 cm
 - h. Muro 180 cm
 - i. Muro 200 cm
 - j. Muro 220 cm

Los muros de contención no portante son identificados a demás por su ubicación en cada terreno, teniendo:

1. Muro Medianero Patio (MMP)
2. Muro medianero Jardín (MMJ)
3. Muro Medianero Fondo (MMF)

En la Fig. 6 se muestran las distintas tipologías de muros de una vivienda según su condición estructural y ubicación. El muro portante en color anaranjado y los no portante según su ubicación; en rojo los muros medianeros de patio (MMP); en azul el muros medianeros de fondo (MMF); y en celeste los muros medianeros de jardín (MMJ).

La construcción de los muros de contención se ejecutó mediante el sistema constructivo tradicional por vía húmeda, con vigas de fundación de H°A° de sección según corresponda y mampostería rellena y reforzada de bloques de cemento de 20 cm de espesor.

Esta obra implicó 412 m³ de hormigón para fundaciones, 2195 m lineales de muros en sus distintas tipologías y 569 m² de aislación hidrófuga vertical, que se desarrollará en el capítulo 3 "Materialización de Muros de Contención".

"Asistencia técnica a la dirección de obra de muros de contención y movimiento de suelo"

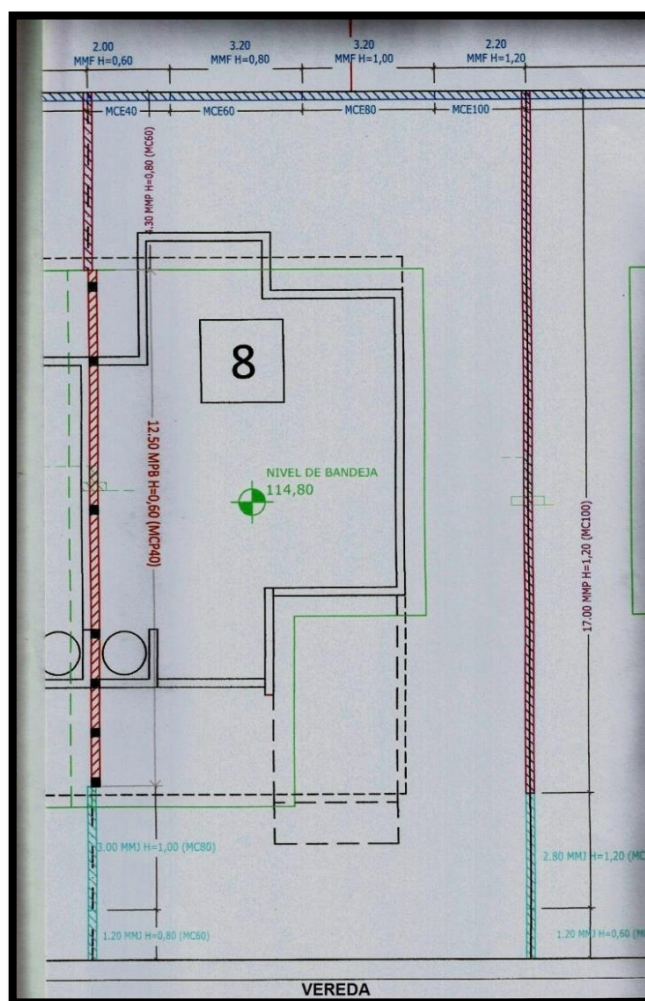


Figura 6. Muros de Contención según su ubicación.



Figura 7. Muros de Contención no portantes a nivel de bandeja terminada.

OBRA 2: Movimiento de Suelo Manzanas:

Las plateas de fundación son cimentaciones superficiales sobre el terreno natural, una losa de hormigón armado apoyada en el terreno, reforzada con vigas perimetrales y vigas porta muros. Es vital para su buen funcionamiento, entre otras cosas, la preparación del terreno sobre el cual se fundará. Dicha preparación se basa en retirar la cubierta vegetal y realizar un paquete estructural de suelo estéril con su debida compactación, de manera que tenga un comportamiento uniforme y soporte adecuado.

Por lo general, el costo de las plateas es mayor frente a otros sistemas de fundación, pero las ventajas son también mayores, como lo son en los casos de planes de viviendas en los cuales se puede ahorrar tiempo y dinero mediante su uso.

Debido a la cercanía del terreno al cordón montañoso, para la escala de este tipo de obras se encontró un perfil de suelo heterogéneo, con profundidades del manto rocoso que varían de cero a dos metros de profundidad. Esto causó la necesidad de realizar 3 paquetes estructurales diferentes, uno para cada uno de los siguientes casos que se presenten:

- ❖ Cuando el manto rocoso se encontró próximo al nivel de bandeja, se consideró un paquete completo de material 0-20 sin necesidad de escarificado, apoyado sobre el mismo. Véase la Fig. 8.
- ❖ Cuando el nivel de manto rocoso se encontró alejado del nivel de bandeja, se consideró un paquete compuesto por 0,40m de 0-20 más 0,55 m de suelo-arena y 0,15 de escarificado en subrasante. Véase la Fig. 9.
- ❖ Cuando el nivel del manto rocoso se encontró intermedio, se consideró el paquete de 0,50m de 0-20 sobre 0,15 m de suelo escarificado. Véase la Fig. 10.

En las Fig. 8, 9 y 10 pueden observarse ejemplos de los 3 tipos de perfiles, indicando los materiales que conforman cada paquete estructural.

Esta obra implicó 3077 m³ de excavación, 3168 m³ de terraplén de suelo arena, 3619 m³ de plataforma de base granular (0-20) y 6219 m² de escarificación y compactación de subrasante, que se desarrollará en el capítulo 4 "Movimiento de suelo en manzanas".

"Asistencia técnica a la dirección de obra de muros de contención y movimiento de suelo"

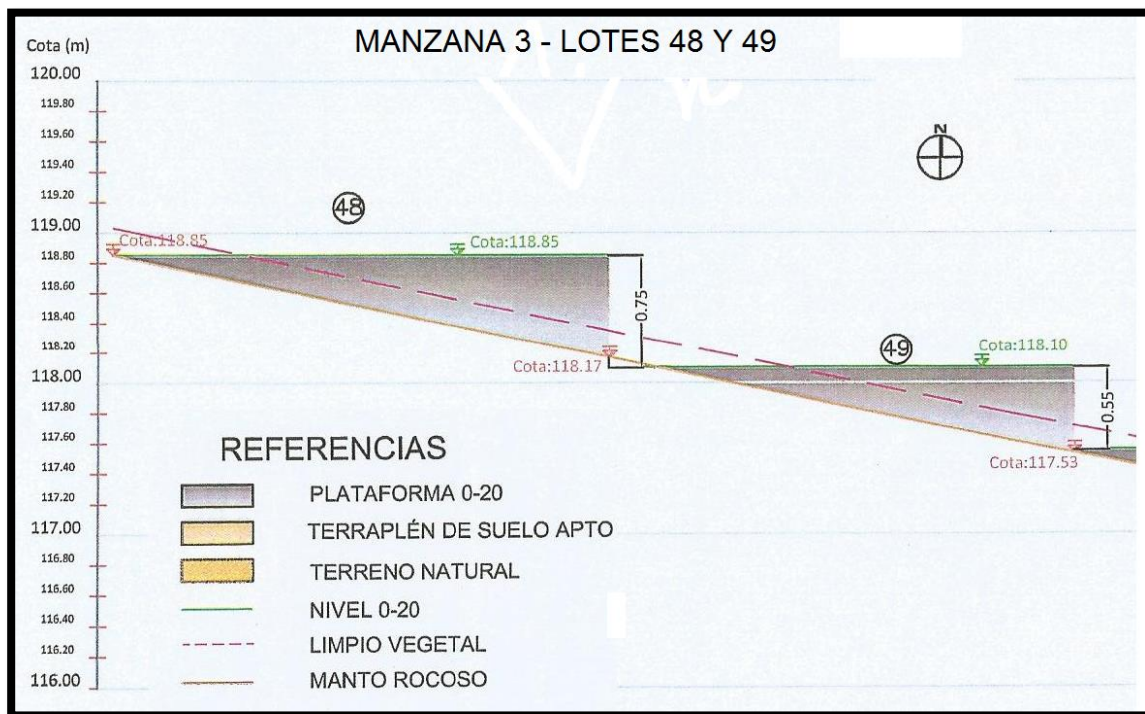


Figura 8. Perfiles con manto rocoso próximo al nivel de bandeja.

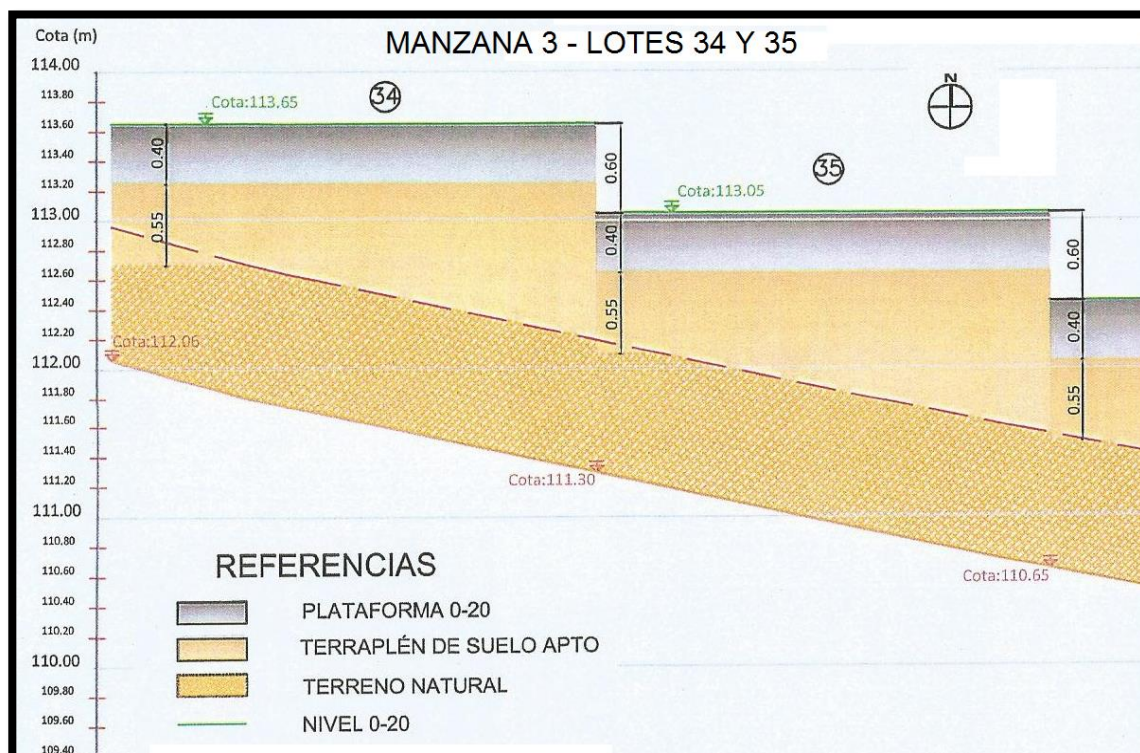


Figura 9. Perfiles con manto rocoso alejado del nivel de bandeja.

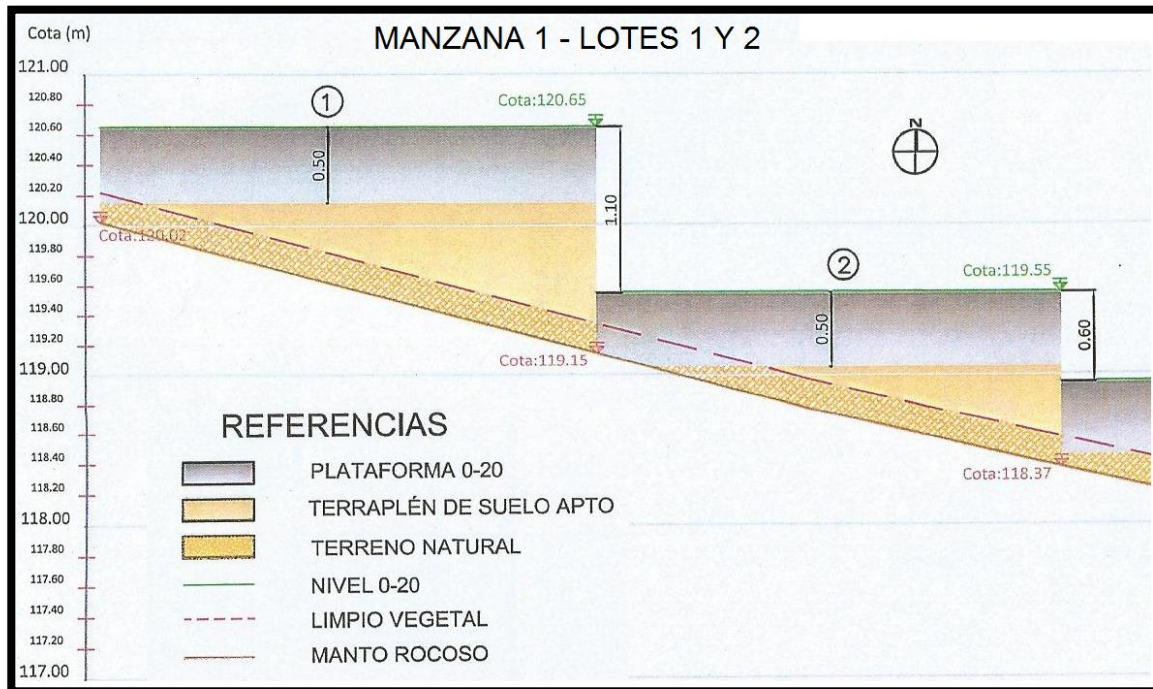


Figura 10. Perfiles con manto rocoso intermedio.

2.1.3 Tipologías de bandejas

La fracción "Nuevo Liniers de Horizonte" presenta 3 modelos de viviendas diferenciadas según la superficie cubierta (Modelo 1: 90m², Modelo 2: 110 m² y Modelo 3: 150m²), conllevando así a 3 tipologías de bandejas diferentes. Esto implicó una variación en la silueta de las bandejas a realizar y por ende, la cantidad de movimiento de suelo en cada una de ellas. A su vez, cada uno de los modelos tuvo previsto 2 tipos de ampliaciones:

- ❖ Ampliación de vivienda sobre silueta de bandeja original, la cual no alteró el trabajo realizado, ya que esta ampliación se desarrollará dentro del plan base.
- ❖ Ampliación de vivienda sobre ampliación de silueta de bandeja, la cual alteró no sólo la dimensión de la bandeja original si no también la tipología de los muros de contención realizados.

Cada tipología de vivienda pudo o no adjudicarse con una ampliación, por lo cual el trabajo de la empresa fue dejar prevista ambas alternativas, con diferentes resoluciones constructivas.

En las Fig. 11 y 12 pueden observarse los modelos de viviendas con sus respectivas ampliaciones. Se tiene la silueta original de la superficie cubierta en negro; la silueta original de bandeja en verde; la ampliación de silueta de bandeja en rosa; la silueta del primer tipo de ampliación en rojo; y la silueta del segundo tipo de ampliación en azul.

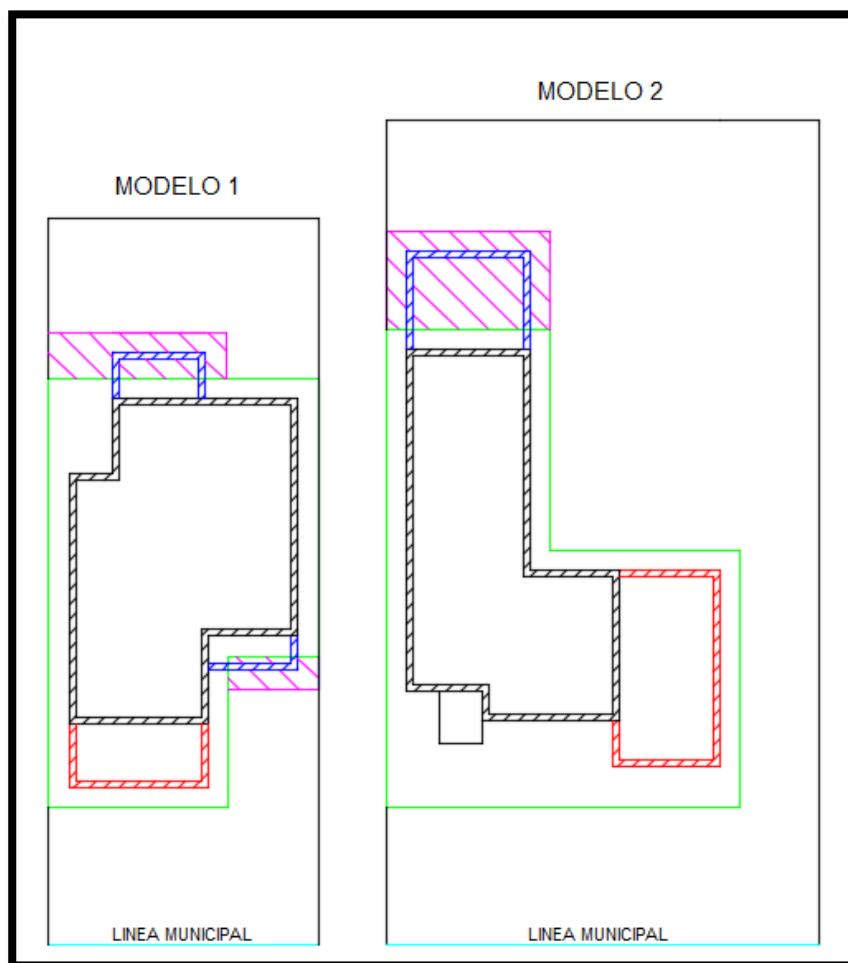


Figura 11. Modelos de Vivienda 1 y 2 con sus respectivas ampliaciones.

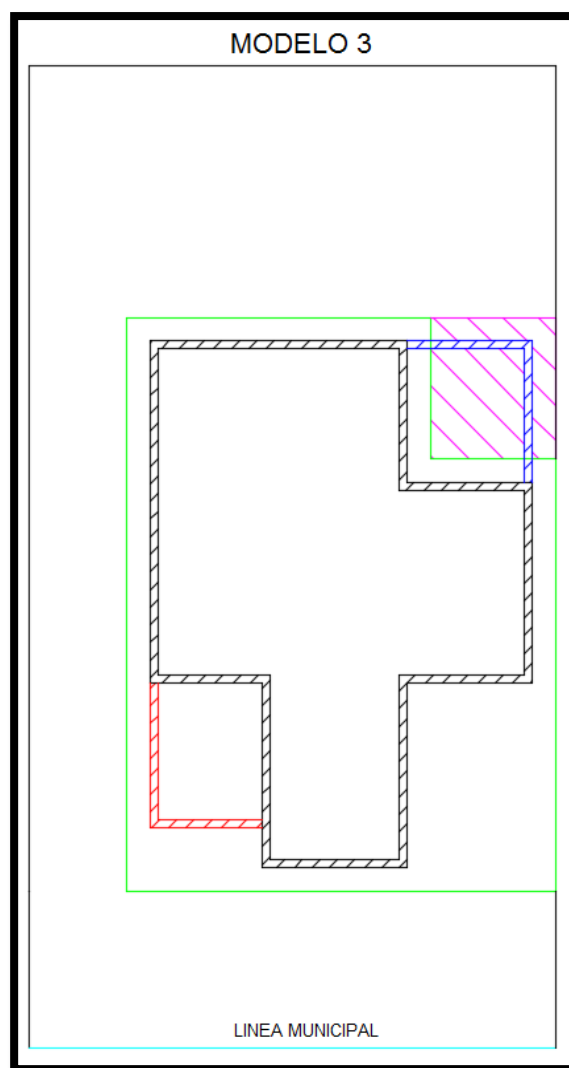


Figura 12. Modelo de vivienda 3 con sus respectivas ampliaciones.

2.1.4 Etapas

El cronograma de obra se planteó en 4 etapas con fechas pautadas de finalización cada 30 días a partir del inicio de obra 05/03/19.

Las etapas se pautaron en función de la fecha de adjudicación de las viviendas y la cantidad de movimiento de suelo a realizar, es decir, se sectorizó la fracción según la fecha de entrega de las viviendas y el volumen de tarea a realizar.

La práctica supervisada fue desarrollada durante el proceso de construcción de la primer etapa, que comprende 24 bandejas (Lotes 34 a 47 y 56 a 56) pertenecientes a la manzana 3. Ver Anexo 1 "Cronograma de obra", 1º Etapa.

2.2 PLANIFICACION DE LA OBRA

Como en toda obra, la planificación es una herramienta vital para llevarla a cabo de manera eficiente, aprovechando los recursos lo máximo posible. En especial en aquellas obras en las cuales, las mismas tareas se repiten cuantiosamente.

Conjuntamente con el Conductor Técnico de la Cooperativa, se realizó un plan de trabajo que permitiera cumplir con los pazos de obra analizando en cada una de las tareas, principalmente el tiempo que requeriría hacerla y el orden necesario, llegando así a un plan de prioridades.

Si bien el plan de trabajo contó con varios frentes de obra simultáneos, utilizando todas las maquinas y recursos disponibles, no es motivo de esta Practica Supervisada introducirse en él, pero resulta necesario mostrar el orden en el que debieron realizarse las tareas. No se desarrolla aquí el paso a paso de cada tarea ya que será desarrollado en sus correspondientes capítulos siguientes, solamente se indica el orden de cada ítem de obra.

1. Muros de contención no portantes(Medianeros de fondo y de patio).
2. Excavación y reubicación de suelo vegetal.
3. Excavación y reubicación de suelo apto.
4. Escarificado y compactado de subrasante.
5. Relleno de patios y jardines.
6. Terraplén de suelo apto.
7. Plataforma base granular.
8. Muros de contención portante.
9. Muros de contención no portantes (De jardín).

La primicia por la cual se llegó a este orden, simplemente fue realizar la tarea que dará soporte a la siguiente, aprovechando todos recursos. Como se aclaró antes, si bien ese es el orden que se necesita, se realizaron varios en simultáneo.

A los muros de contención no portantes de jardín, se decidió realizarlos al finalizar la totalidad de los demás debido a que solo demoraba el relleno de una parte de los jardines y estos no afectaban a las bandejas.

3. MATERIALIZACION DE MUROS DE CONTENCION

La materialización de los muros de contención se realizó de dos formas diferentes según su condición estructural, teniendo así muros de contención portante y muros de contención no portante. Esta obra estuvo completamente relacionada con la obra de movimiento de suelos, lo cual se detalló en el capítulo 2, sección "PLANIFICACION DE LA OBRA". Se destaca que en primera instancia se debieron materializar los muros de contención no portante (MMF y MMP), para una vez finalizados estos, proceder con el movimiento de suelo y finalmente construir los muros de contención portante.

Se desarrollará aquí la materialización de ambos muros diferenciados por su condición estructural.

3.1 MUROS DE CONTENCION NO PORTANTE (MC o MCE)

Los muros de contención no portante, se ejecutaron sobre el limpio vegetal del terreno natural. Los niveles de fundación no fueron dados pero se obtuvieron fácilmente mediante la resta entre la cota de muro terminado y la altura del muro más el espesor de zapata.

Su condición de no portante se debe a que estos muros no portaran la vivienda propiamente dicha, estarán destinados a muros medianeros y muros de jardín.

Los muros medianeros de fondo que colindan con viviendas externas a la fracción, serán realizados con fundaciones excéntricas (MCE). Su esquema puede observarse en la Fig. 13. Durante el tiempo de realización de la práctica supervisada no se realizó ninguno de este tipo. Aquellos que son colindantes a viviendas internas a la fracción, se fundaron sobre zapatas corridas centradas en el eje medianero. Su esquema puede observarse en la Fig. 14.

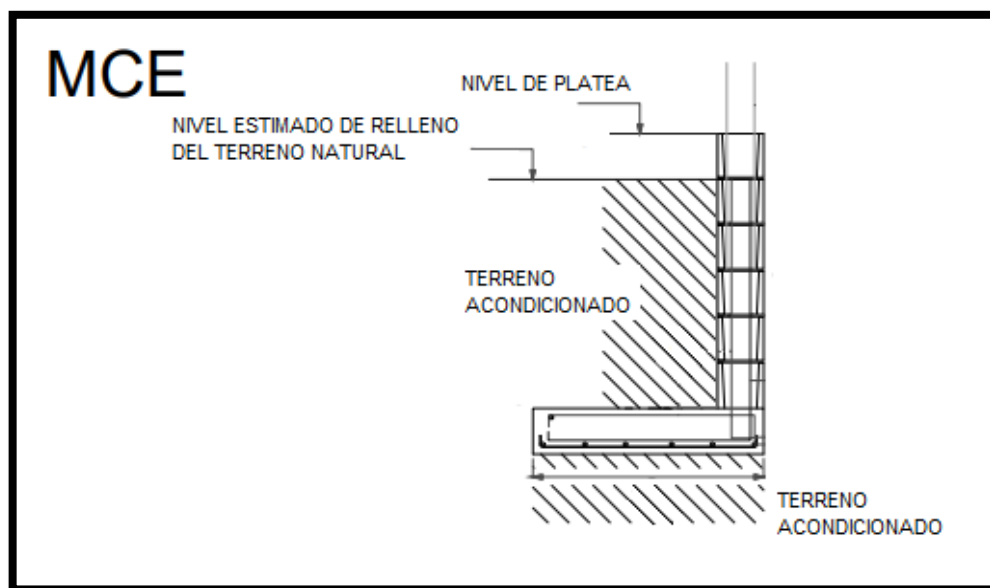


Figura 13. Esquema de muro de contención no portante excéntrico.

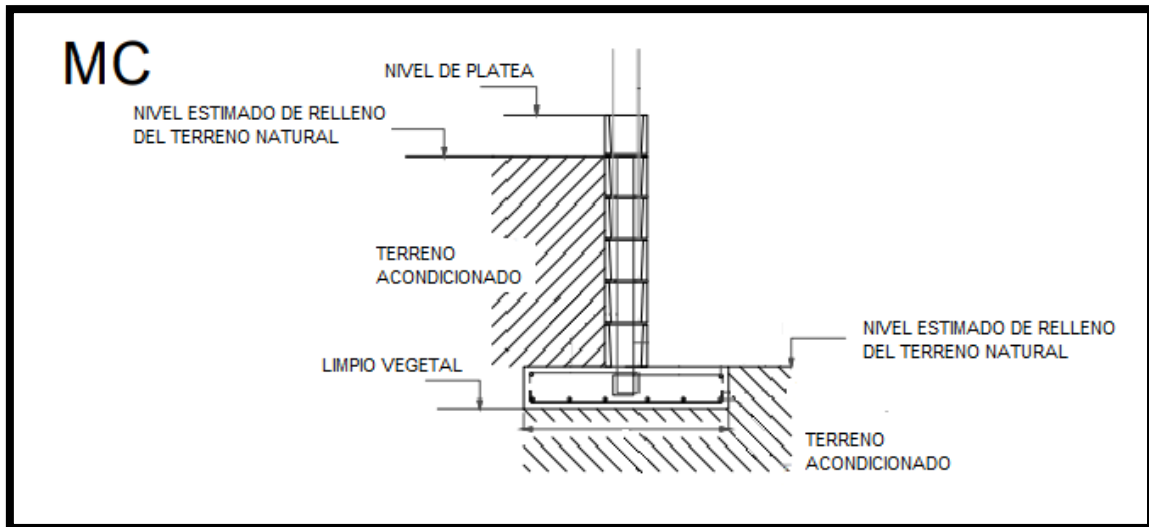


Figura 14. Esquema de muro de contención no portante.



Figura 15. Muros de contención no portante (MMF y MMP).

3.1.1 Fundación de Hormigón Armado

En los lugares indicados en los planos y detalles correspondientes, se ejecutó la fundación "zapata corrida" sobre limpio vegetal de terreno natural. Este debió estar despejado, limpio y humedecido previamente al hormigonado. Se utilizó hormigón elaborado tipo H17, provisto por la empresa designada para tal fin, externa a la contratista.

Se tomaron las medidas y precauciones necesarias de colocar los hierros de armadura (diámetro 8 mm) en espera para futuros empalmes y/o fijaciones. No

"Asistencia técnica a la dirección de obra de muros de contención y movimiento de suelo"

aceptándose posteriores remociones de hormigón endurecido, por causas de negligencia u olvido de ubicación de los hierros.



Figura 16. Fundación de muros de contención no portante.

- **Replanteo de la fundación**

Al momento de comenzar la obra, la misma se encontraba con el replanteo de cada lote materializado con mojones que indicaban sus ejes medianeros. Como primer tarea, se controló que la ubicación de estos concuerde con lo que figura en los planos. Una vez corroborado esto se procedió con el replanteo de la fundación, que como se mencionó anteriormente se trató de distintos escalones sobre el limpio vegetal. Luego de replanteado y controlados los ejes medianeros de cada lote, se materializaron con una línea de cal con la ayuda de una tanza que unía los mojones. Una vez materializado este, se procedió a replantear sobre él las longitudes de los distintos escalones, también con líneas de cal, mediante el uso de cinta métrica. Esta tarea no demandó ningún tipo de control ya que se hizo conjuntamente con los operarios y el equipo de ingeniería de la Cooperativa.



Figura 17. Replanteo de excavación de muro de contención no portante.

- **Excavación para la fundación**

Una vez obtenidos los niveles de fundación, a demás del eje de los muros y los distintos escalones replanteados y materializados con líneas cal, se procedió a excavar.

A partir de un análisis económico se justificó el uso de excavación mecánica debido a que la cantidad de metros lineales. Mediante el uso de una retroexcavadora, posicionada de forma tal que el eje entre sus orugas coincida con el eje del muro replanteado, se excavó en sentido ascendente. Véase la Fig. 18.

Antes de realizar las excavaciones, se midieron los niveles al inicio y fin de cada escalón. De esta forma se pudo indicar al maquinista la profundidad aproximada a la cual debía llegar. Luego de una primera excavación, se volvió a tomar niveles para indicarle nuevamente de ser necesario. Este proceso se repitió hasta llegar a la cota deseada, la cual fue tomada con una precisión aproximada de 5 cm y luego corregida por los operarios con pala de mano. Para la última terminación, se colocaron estacas plantadas a nivel de zapata terminada en cada escalón y mediante el uso de una tanza se materializó dicha línea que sirvió como referencia para que los operarios puedan

"Asistencia técnica a la dirección de obra de muros de contención y movimiento de suelo"

dejar el nivel de fundación más aproximado aún. Teniendo en cuenta que la altura de la zapata es de 20cm, tomando la medida entre la tanza y el nivel del terreno excavado se lo dejó como estaba en caso de que estuviera dentro del rango de tolerancia (17cm - 23cm), se excavó con pala de mano en caso de tener menos de 17cm, o rellenó con material granular 0-20 en caso de tener una distancia mayor a 23 cm.

Teniendo en cuenta que toda la excavación se realizó con la misma retroexcavadora, en ancho de la misma fue de 1,30 m. Este ancho de excavación resultó suficiente ya que el mayor ancho de zapata fue de 1,20m. Esto solo tuvo influencia al momento de encofrar, lo cual se describe más adelante.

Durante esta tarea surgieron errores en los niveles de puntos fijos y fundación. Estas contingencias se desarrollan con detalle en el apartado 5.1. Una vez solucionado, la tarea solo demandó un simple control sobre la última terminación de nivelado, ya que la excavación previa fue seguida paso a paso. De esta manera se aseguró un correcto nivel de fundación y horizontalidad de la misma.



Figura 18. Retroexcavadora excavando fundación de muro no portante.

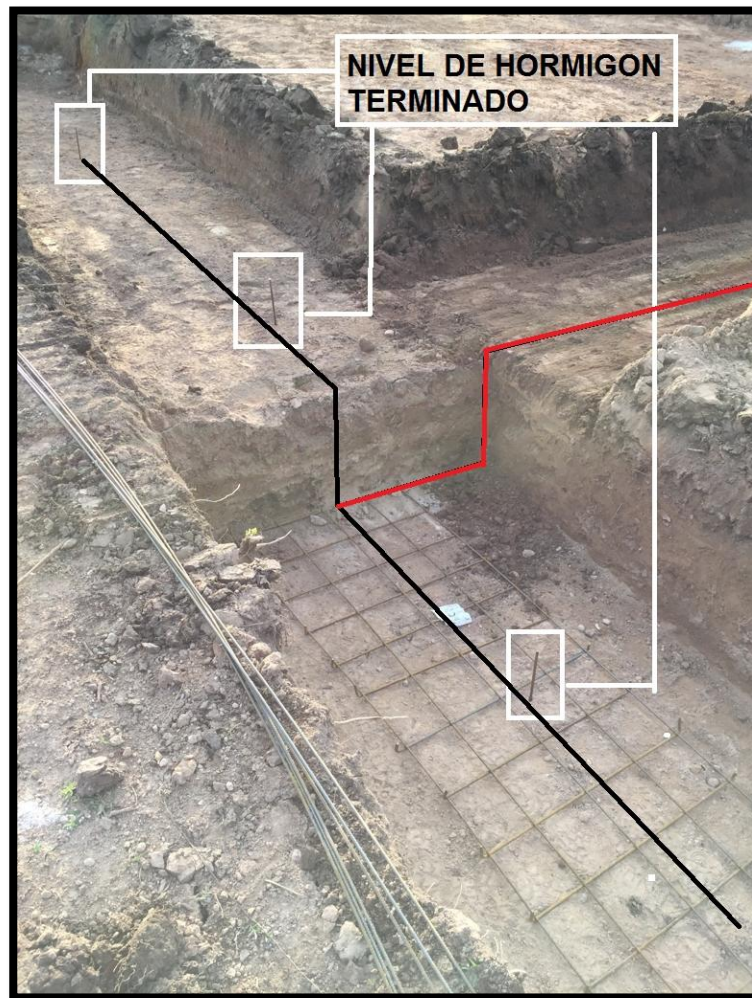


Figura 19. Excavación de muros y nivel de hormigón terminado replanteado.

- **Armado de la fundación**

Tanto el ancho de la zapata como las armaduras colocadas, estuvieron en función de la altura del muro. A medida que aumentaba su altura, aumentaba el ancho de zapata, diámetros de armaduras y densidad de armado. La información requerida para poder llevar a cabo esta tarea se encontró definida en los planos de detalles de muros y en planillas de armaduras. Ver Anexo 2 "Planilla de armaduras MC".

Las armaduras fueron provistas por la Cooperativa, dobladas y detalladas, indicando el tipo de muro en el que utilizara, el número de terreno y diámetro con rótulos como se observa en las Fig. 20 y 21. Los operadores debieron colocarlas en el lugar indicado y atarlas entre ellas con alambre dulce para luego de encofrarlas, ser hormigonadas.

Durante esta tarea se observó la falta de vinculación entre zapatas a distinto nivel. Esta contingencia se desarrolla con detalle en el apartado 5.1. Una vez solucionada, en esta tarea se controlaron diámetros, longitudes, posiciones, separaciones, hierros en espera para zapatas transversales y la ubicación de las armaduras de columnas.

"Asistencia técnica a la dirección de obra de muros de contención y movimiento de suelo"

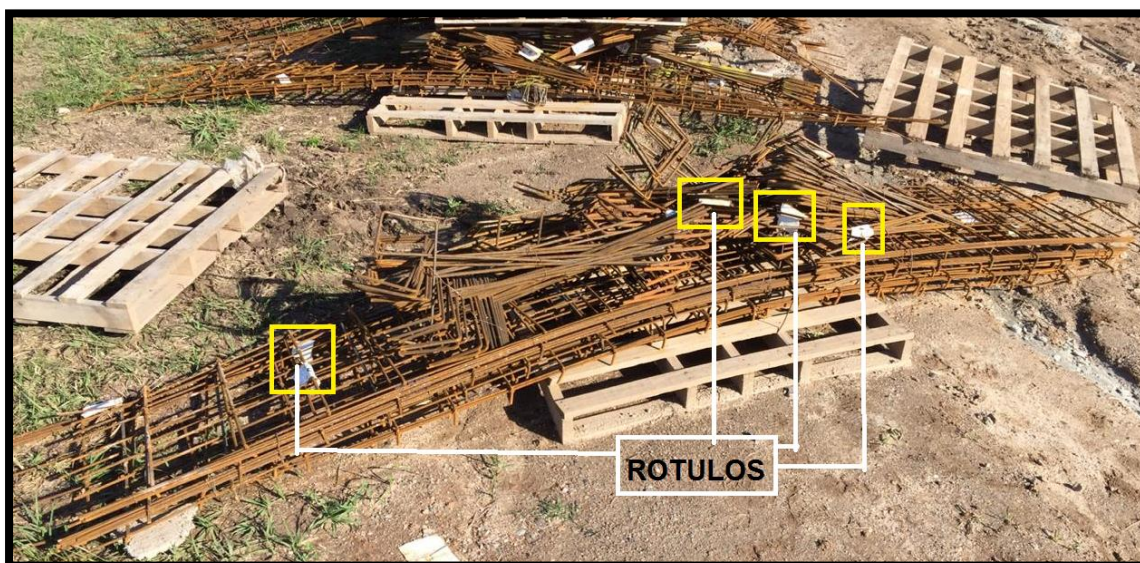


Figura 20. Paquete de armaduras para muros no portantes de un lote.

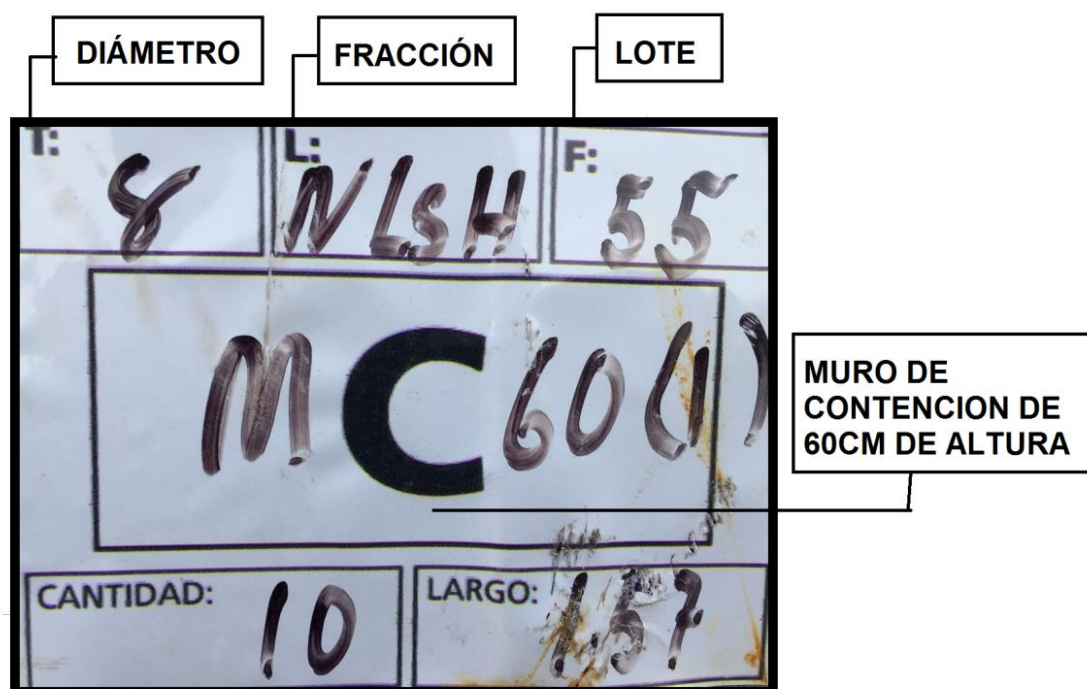


Figura 21. Rótulo de armaduras de muros no portante.



Figura 22. Armadura de fundación de muro de contención no portante.

- **Encofrado de la fundación**

Teniendo replanteado el inicio y final del eje de cada muro, se materializó el mismo uniendo ambos extremos con una tanza. Una vez materializado se colocaron los moldes midiendo la distancia que debían tener cada uno al mismo.

La precisión requerida por parte de la Cooperativa para el nivel de fundación de muros no portante, hizo que no fuera necesario colocar los moldes mediante la utilización del nivel óptico, sino que simplemente se colocaron moldes de 20 cm de altura sobre la excavación antes desarrollada.

Como se mencionó en Excavación de Fundación, el ancho de la excavación fue siempre de 1,30 m. Por tal motivo, el encofrado se realizó con moldes metálicos tipo L de 20 cm de lado en aquellas zapatas cuyo ancho permitió que estos entraran y en los casos en que estos no entraron, se utilizaron moldes metálicos simples de 20 cm de alto (estos tienen 5 cm de espesor). En ambos, los moldes fueron fijados al terreno mediante el uso de estacas de hierro de 12 mm de diámetro, para evitar que el hormigón los desplace durante el hormigonado. Los extremos de muros, fueron encofrados con tablas de 20 cm de alto y largo igual al ancho de la zapata fijados con estacas al terreno.

En esta tarea se corroboró que los moldes hayan quedado posicionados donde correspondía, firmes, sujetos al terreno para lograr el ancho de zapata requerido sin utilizar hormigón de más.



Figura 23. Distintas tipologías de moldes.

- **Hormigonado de la fundación**

El hormigonado de las zapatas se realizó con camiones mixer, con descarga directa. Los mismos fueron situados a un costado de los encofrados y desde su propia bandeja fue vertido el hormigón. Previo al colado, fue necesario humectar tanto el terreno como así también los moldes, evitando por un lado un secado rápido del hormigón por la absorción del agua de la mezcla por parte del suelo y por otro lado, evitar la adherencia con los moldes.

El hormigón era pedido con un día de anticipación y la cantidad necesaria para llenar las fundaciones ya encofradas según proyecto. El mismo era vertido con un asentamiento de 12cm asignado por el DT.

Fue durante el proceso de hormigonado de la primera fundación cuando las importantes precipitaciones observadas en el mes de marzo superaron las contenciones. Esta contingencia se desarrolla en el apartado 5.1.



Figura 24. Proceso de hormigonado de fundación de muro no portante.

- **Desencofrado**

El desencofrado se realizó a las pocas horas de hormigonado, un tiempo justo en el cual el hormigón estaba lo suficientemente endurecido como para sostenerse por sí solo pero no demasiado como para impedir el desencofrado ya que no se utilizó ningún tipo de desencofrante. Se destaca que los moldes se limpiaron de manera rápida y fácil al no permitir que el hormigón se endurezca sobre ellos.

3.1.2 Mampostería

En los lugares indicados en los planos y detalles correspondientes, se ejecutó la mampostería con bloques de hormigón hueco portante, de 20 cm de espesor (20cm x 20cm x 40cm). Se colocaron en seco, sin mojarse. Sin golpearlos, se los hizo resbalar sobre la mezcla, apretándolos de manera que ésta rebase las juntas. Se utilizó mortero cementicio 1:3 (cemento, arena gruesa) debido a que se colocaron armaduras para reforzarlo. A objeto de rigidizar la mampostería, se colocaron horizontalmente 2 hierros de diámetro 6mm, en cada hilada y verticalmente 2 hierros (dejados en espera desde la fundación), de sección y separación, según lo indicado en la planilla de armaduras. Ver Anexo 2 "Planilla de armaduras MC".

"Asistencia técnica a la dirección de obra de muros de contención y movimiento de suelo"

Las hiladas de bloques se colocaron utilizando reglas, plomada y nivel, de modo que resultasen horizontales, a plomo y alineadas, coincidiendo sus ejes con los indicados en los planos correspondientes.

Las juntas verticales se alternaron en dos hiladas sucesivas, consiguiendo una perfecta y uniforme trabazón en el muro. Los muros que se cruzaron y empalmes, fueron trabados en todas las hiladas.

El nivel de elevación requerido fue el nivel de la bandeja colindante superior más una hilada, esta última, por ahora solo sirve como soporte del suelo hasta nivelarlo y luego será parte del muro medianero. Una vez alcanzada la altura de elevación requerida, se rellenaron los huecos de la mampostería con hormigón tipo H-17 hasta el nivel de bandeja. Esta tarea se realizó mediante la ayuda de una mini cargadora, que realizaba el traspaso de hormigón desde el mixer a los muros como se observa en la Fig.25. La última hilada de estos muros no fue rellenada debido a que no soportaran fuerzas de empuje.

En los lugares indicados en los planos y detalles correspondientes, debieron dejarse colocadas las armaduras de lo que serán las columnas de los muros medianeros, previo al llenado de la mampostería. En estos muros, las armaduras de las columnas no se dejan plantadas desde la fundación, si no en los últimos 60 cm de muro. Véase la Fig. 26.

En esta terea se corroboró la altura, plomo, trabazón y alineación de los muros, como así también el llenado de los mismos y ubicación de las armaduras de las columnas.



Figura 25. Llenado de muros con hormigón.



Figura 26. Mampostería de muros de contención no portante terminada.

3.1.3 Aislación Hidrófuga vertical

En los lugares indicados por planos y detalles correspondientes, se materializó una capa hidrófuga vertical sobre el paramento del bloque de hormigón. La se capa realizó de manera continua, sin interrupciones en un mismo paño y cuidando las uniones en los encuentros de muros. La misma comprende una altura que partiendo desde la fundación, cubre una hilada por encima del nivel de patio terminado.

Se debió verificar previamente a su materialización que el paramento del bloque esté totalmente limpio y libre de polvillo o cualquier partícula que dificulte la adherencia.

A continuación se detallan los pasos y materiales que la conformaron:

1° Paso: se materializó un azotado de mortero de cemento impermeable “base impermeable”, constituido por cemento portland y arena fina en proporción 1:3 (cemento: arena fina) con el agregado de hidrófugo base silícea (tipo Sika 1), en el agua de amasado con la dosificación de 1 litro de hidrófugo en 10 litros de agua (10%).

Se debió aplicar y estirar con cuchara y/o fratacho hasta obtener un espesor de 1 cm. Véase Fig. 27.

2° Paso: Al fraguar, se pintó con dos manos cruzadas de emulsión asfáltica de base solvente, con un intervalo de 2 horas entre mano y mano. Véase Fig. 28.

"Asistencia técnica a la dirección de obra de muros de contención y movimiento de suelo"



Figura 27. 1° Paso de aislación hidrófuga vertical "Base impermeable".



Figura 28. 2° Paso de aislación hidrófuga vertical "Pintado con pintura asfáltica".

3.2 MUROS DE CONTENCIÓN PORTANTE

Los muros de contención portante se ejecutaron sobre una bandeja existente (plataforma de suelo 0-20, compactado y nivelado), para apoyo de las futuras viviendas. Debieron ser coordinados con el Director Técnico para complementar dichas tareas con las correspondientes a las de movimiento de suelo.

Su condición de portante se debe a que en un futuro, estos muros que ahora son de contención, formarán parte de los muros de la vivienda propiamente dicha, es decir, portarán posteriormente las losas de la misma. Por este motivo, la Cooperativa exige un especial cuidado y mayor precisión a la hora de materializar estos muros, ya que un error aquí implicaría una diferencia en la superficie cubierta de la vivienda.

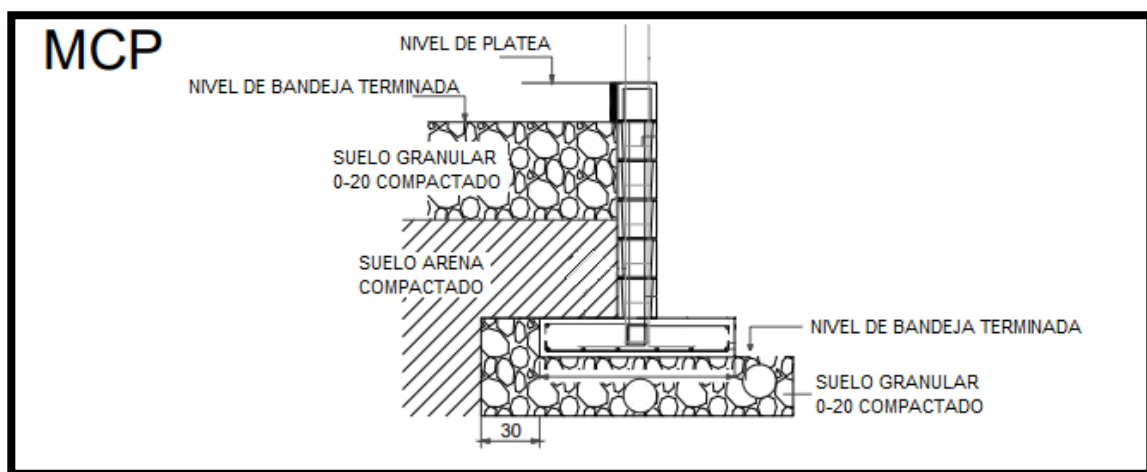


Figura 29. Esquema de muro de contención portante



Figura 30. Muro de contención Portante.

3.2.1 Fundación de Hormigón Armado

De igual manera que en muros no portantes, las fundaciones se ejecutaron en los lugares indicados en los planos y detalles correspondientes en forma de zapata corrida. Estas se fundaron sobre las bandejas de 0-20 y previo al armado, se corroboró que dichas bandejas estén correctamente niveladas según los pliegos de especificaciones técnicas de la obra de movimiento de suelo en manzanas.

Se utilizó el mismo hormigón que en fundaciones para muros no portantes (H17). Previo al hormigonado, se verificó que las bandejas estuvieran despejadas, limpias y humedecidas y además, la correcta ubicación de las armaduras en espera para futuros empalmes y/o fijaciones.



Figura 31. Fundación de muro de contención portante.

- **Replanteo de la fundación**

El replanteo de las fundaciones se llevó a cabo conjuntamente con el equipo de topografía de la Cooperativa. El nivel de fundación fue dado por el equipo de movimiento de suelo, la forma de ejecución del mismo se detalla en el capítulo 4 "MOVIMIENTO DE SUELO EN MANZANAS". Mediante el uso de una estación total, el equipo de topografía replanteó en el terreno planimetricamente el inicio y final del eje de cada muro, materializando con estacas de hierro de diámetro 8mm. Una vez replanteada la planimetría de los muros, el pasante con la ayuda de un operario replanteó la altimetría en el inicio y final de la línea de encofrado. Para lo último se utilizó un nivel óptico y se dejaron estacas plantadas a nivel de hormigón terminado, teniendo así el replanteo planialtimétrico.

"Asistencia técnica a la dirección de obra de muros de contención y movimiento de suelo"

En esta tarea si bien no se realizó un control con exactitud sobre la posición de los mojones dados por el equipo de topografía, mediante el uso de la cinta métrica se corroboró que las medidas sean las correspondientes alas de cada lote y que no hubiera una confusión del lote.



Figura 32. Líneas de encofrado de la fundación de MCP

- **Armado de la fundación**

Al igual que para fundación de muros no portante, las armaduras fueron provistas por la Cooperativa, dobladas y detalladas, indicando el tipo de muro en el que utilizara, el número de terreno y diámetro con rótulos como se observa en las Fig. 33 y 34.

Los operadores debieron colocarlas en el lugar indicado según los planos de detalles de muros y en planillas de armaduras. Ver Anexo 3 "Planilla de armaduras MCP".

A diferencia con la fundación para muros no portantes, aquí se colocó gran cantidad de armadura en espera para futuros empalmes, no solo de columnas sino también de las vigas perimetrales y porta muros de la vivienda.

La verificación en esta tarea si bien fue sencilla, fue muy importante. Esto se debe a que un error aquí, implicaría tener que demoler la fundación y comenzar de nuevo, con los gastos y tiempo que implica. Es por ello que se corroboraron, diámetros,

"Asistencia técnica a la dirección de obra de muros de contención y movimiento de suelo"

longitudes, posiciones, separaciones, hierros en espera para zapatas transversales (a realizar por el contratista de viviendas) y la ubicación de las armaduras de columnas.

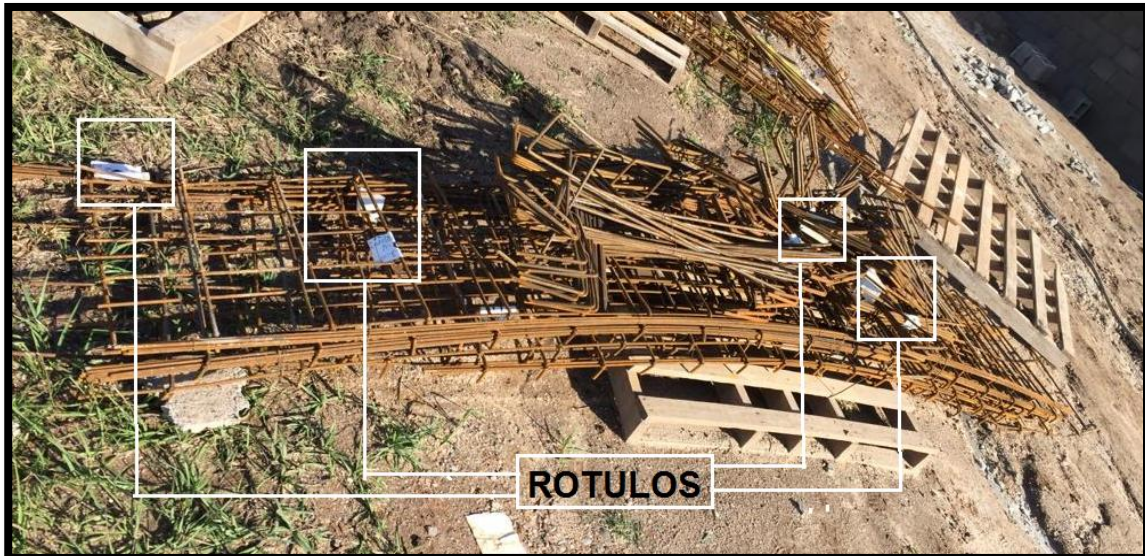


Figura 33. Paquete de armaduras para muros portantes de un lote.

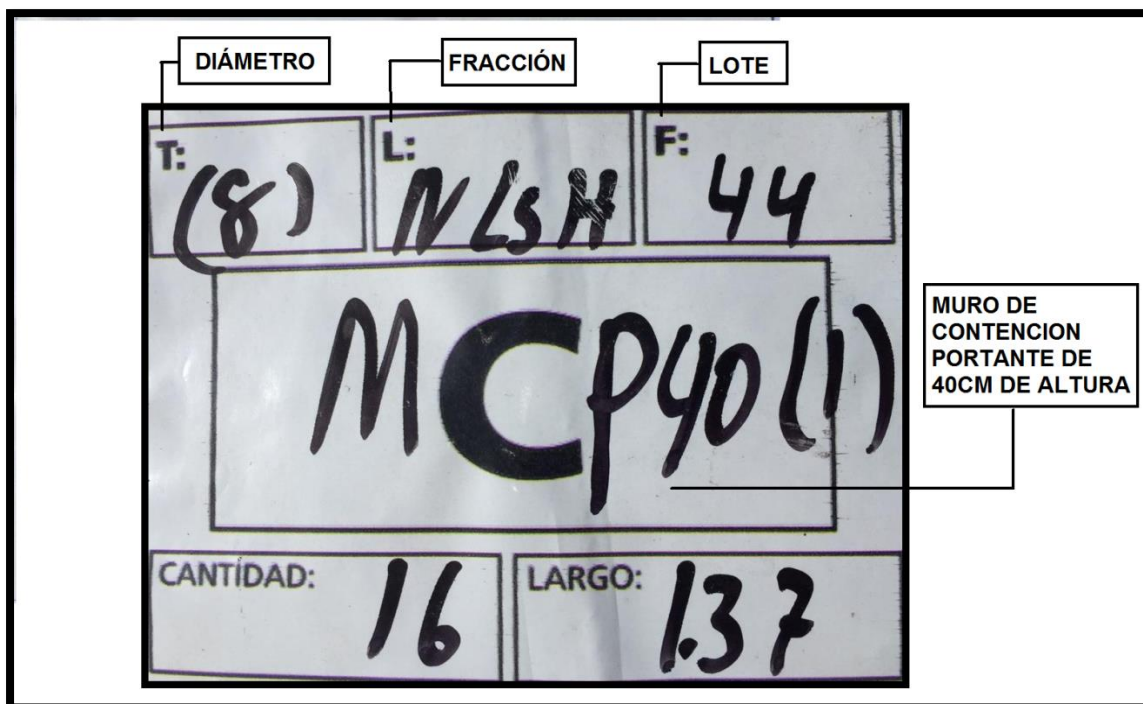


Figura 34. Rótulo de armaduras de muros portantes.



Figura 35. Armadura de fundación de muro de contención portante.

- **Encofrado de la fundación**

Teniendo replanteado el inicio y final del eje de cada muro, se materializó el mismo uniendo ambos extremos con una tanza, y una vez materializado se colocaron los moldes midiendo la distancia que deben tener cada uno al mismo.

Debido a la precisión que se requirió por parte de la cooperativa en los muros de contención portante, se hizo necesario colocar los moldes con la ayuda del nivel óptico. En ambos extremos de la línea de encofrado se colocó una estaca plantada a nivel de hormigón terminado desde las cuales, los operarios tensaron una tanza que les sirvió como referencia para la colocación de los moldes. Véase Fig. 36.

El encofrado se realizó con moldes metálicos tipo L de 20cm de lado, lo cual le dio la altura requerida de zapata. Estos moldes fueron fijados al terreno mediante el uso de estacas de hierro de 12 mm de diámetro, para evitar el corrimiento de las mismas durante la acción de hormigonado. Los extremos de muros, fueron encofrados con tablas de 20 cm de alto y largo igual al ancho de la zapata fijados con estacas al terreno.

En esta tarea se corroboró que los moldes hayan quedado posicionados donde correspondía, firmes, sujetos al terreno y al nivel dado previamente



Figura 36. Encofrado de fundación de muro portante.

- **Hormigonado de la fundación**

Al igual que en muros de contención no portante, el hormigonado de las zapatas se realizó con camiones mixer, con descarga directa, dispuestos por el proveedor de hormigón elaborado. Los mismos fueron situados a un costado de los encofrados y desde su propia bandeja fue vertido el hormigón, no se requirió el uso de cañerías ni bomba para este proceso. Una vez vertido, fue nivelado a la altura del molde con la ayuda de fratacho.

Previo al hormigonado, fue necesario humectar tanto el terreno como así también los moldes, evitando por un lado un secado rápido del hormigón por la absorción del agua de la mezcla por parte del suelo y por otro lado, evitar la adherencia con los moldes. El hormigón fue vertido con un asentamiento de 12cm, el cual fue asignado por el D.T.



Figura 37. Fundación de muro portante hormigonada.

- **Desencofrado de la fundación**

El desencofrado se realizó de igual manera que en fundaciones para muros no portantes al no utilizar ningún tipo de desencofrarte.

3.2.2 Mampostería

Este ítem se desarrolló de igual manera que en muros de contención no portante (Apartado 3.1.2) , con la salvedad de que la última hilada se realizó con bloques tapa P20 H de hormigón. La finalidad de utilizar ese tipo de ladrillo fue contener la aislación hidrófuga horizontal, ya que de un análisis económico, resultó conveniente y no realizarla con el convencional y luego rellenarlo.

En esta terea se corroboró la altura, plomo, trabazón y alineación de los muros, como así también el llenado de los mismos. Debido a que se trató de muros simples y de baja altura no hubo ningún tipo de inconveniente.



Figura 38. Mampostería de muros de contención portante terminada.

3.2.3 Aislación Hidrófuga vertical

En los lugares indicados por planos y detalles correspondientes, se materializó una capa hidrófuga vertical sobre el paramento del bloque de hormigón. La se capa realizó de manera continua, sin interrupciones en un mismo paño y cuidando las uniones en los encuentros de muros. La misma comprende una altura que partiendo desde la fundación, cubre una hilada por encima del nivel de patio terminado. Se verificó previo a su materialización que el paramento del bloque esté totalmente limpio y libre de polvillo o cualquier partícula que dificulte la adherencia.

A continuación se detallan los pasos y materiales que la conformaron:

- ❖ Paso 1°: se materializó con mortero de cemento impermeable "base impermeable", constituido por cemento portland y arena fina en proporción 1:3 (cemento: arena fina) con el agregado de hidrófugo base silícea (tipo Sika 1), en el agua de amasado con la dosificación de 1 litro de hidrófugo en 10 litros de agua (10%).
Se aplicó con cuchara hasta obtener un espesor de 1 cm.
- ❖ Paso 2°: Sobre la base impermeable, antes de que ésta seque y resquebraje, se ejecutó un mortero de cemento impermeable "jaharro impermeable", constituido por cemento portland y arena gruesa en proporción 1:3 (cemento portland: arena gruesa) con el agregado de hidrófugo base silícea (tipo Sika 1), en el agua de amasado con la dosificación de 1 litro de hidrófugo en 10 litros de agua (10%). Se materializó con regla a plomo para obtener un espesor de 2 cm y se terminó con fieltro.
- ❖ Paso 3°: Al fraguar, se pintó con dos manos cruzadas de emulsión asfáltica de base solvente, con un intervalo de 2 horas entre mano y mano. sobre la terminación asfáltica, y antes que seque, se colocó adherido un film de polietileno de 200 micrones.

"Asistencia técnica a la dirección de obra de muros de contención y movimiento de suelo"

En esta tarea se controlaron los materiales utilizados y espesores de capas.



Figura 39. 1° Paso de aislación hidrófuga vertical "Base impermeable".



Figura 40. 2° Paso de aislación hidrófuga vertical "Jaharro impermeable".

"Asistencia técnica a la dirección de obra de muros de contención y movimiento de suelo"



Figura 41. 3° Paso de aislación hidrófuga vertical "Pintado y colocación de film"

4. MOVIMIENTO DE SUELO EN MANZANAS

La secuencia de trabajo para llevar a cabo los 3 tipos de paquetes estructurales, nombrados en la introducción, se diferenció en dos:

1. Excavación de manto vegetal y terraplén de suelo estéril (lotes 34 a 47).
2. Excavación de manto vegetal, excavación de suelo apto y terraplén de suelo estéril (Lotes 56 a 65).

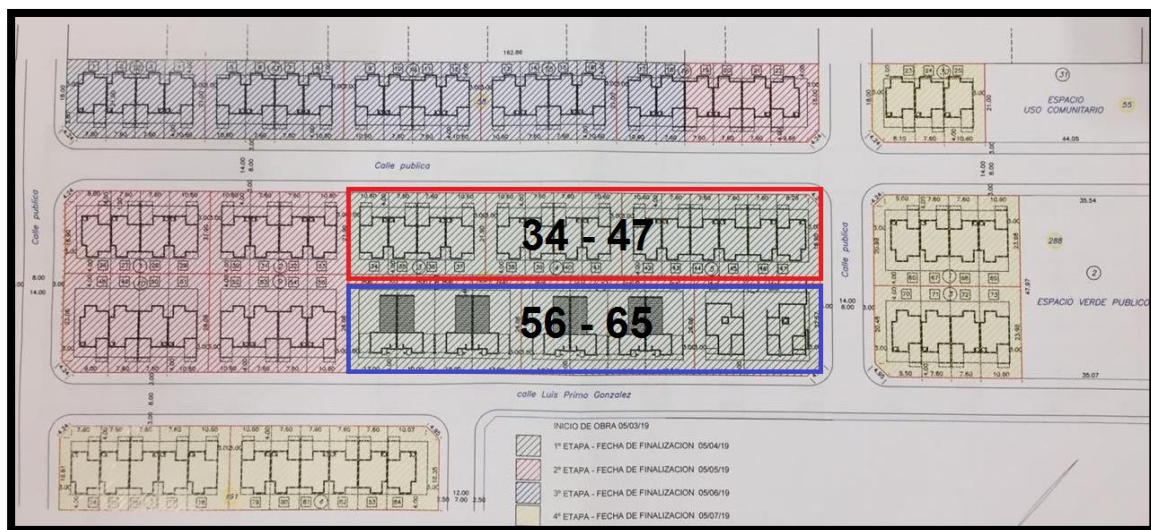


Figura 42. Zonificación para cada tipo de secuencia de trabajo.

Se detallarán a continuación los distintos trabajos que involucró el movimiento de suelo en manzanas.

4.1 EXCAVACIÓN Y REUBICACIÓN DE MANTO VEGETAL

Consistió en la remoción de la capa superior de terreno, constituida por suelo con mayor o menor contenido de material orgánico ("suelo vegetal"), ya que no es apto estructuralmente para los esfuerzos futuros que deberá soportar (cargas transmitidas por las viviendas). El espesor de esta capa varía entre 0,1m y 0,4m según los estudios realizados por la cooperativa. Ver Anexo 4 "Espesores de manto vegetal".

Se presentaron para esta tarea 2 formas diferentes de actuar, la primera de ellas en los lotes 56 a 65, allí se trabajó sobre la silueta individual de bandeja (lotes 64 y 65), o bien sobre conjuntos de 2 siluetas yuxtapuestas (lotes 56-57; 58-59; 60-61; y 61-62).

La segunda forma de hacerlo fue en "fajas" (conjunto de 3 o más siluetas), trabajando sobre la forma externa del conjunto. Sí bien implicó trabajo extra que no fue

"Asistencia técnica a la dirección de obra de muros de contención y movimiento de suelo"

remunerado, resultó conveniente por la simplicidad y el tiempo que se ahorró. Esta modalidad se llevó a cabo en los lotes 34 a 47.

En la Fig. 43 pueden observarse las zonas de trabajo para esta tarea. En la Fig. 44 se tiene un ejemplo de faja, donde puede observarse las siluetas demarcadas por el equipo de topografía en color verde; la silueta de la faja de trabajo en color azul; y el incremento del área de trabajo en color rojo (10% aproximadamente).

Previo a la excavación propiamente dicha, se tomaron niveles del terreno natural para verificar que no exista diferencia con el proyecto y una vez verificado, se comenzó a excavar.

El trabajo fue realizado con retroexcavadora, indicándole al retractor la profundidad a extraer (según plano de espesores de manto vegetal) y donde colocar el producto. Éste se dispuso en patios y jardines, disminuyendo tiempos y costos, aprovechando la cercanía y la aptitud del suelo para esos lugares, sin haber sobrepasado los niveles de patio o jardín terminado.

La moto niveladora hubiera sido la máquina idónea para realizar este trabajo, como lo es para la distribución del material y su nivelación en las distintas capas. En esta obra no se justificó su uso debido a que todas las bandejas poseen un nivel diferente. La única tarea donde podría haberse empleado una moto niveladora es la extracción del manto vegetal. Es por ello que se decidió realizar esta tarea con retroexcavadora.

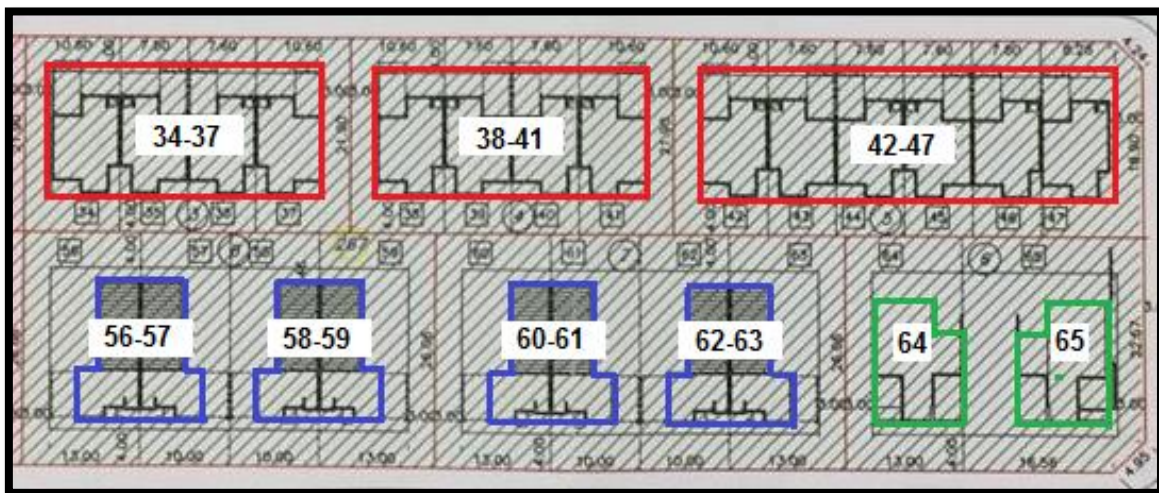


Figura 43. Siluetas sobre las que se extrajo el manto vegetal.

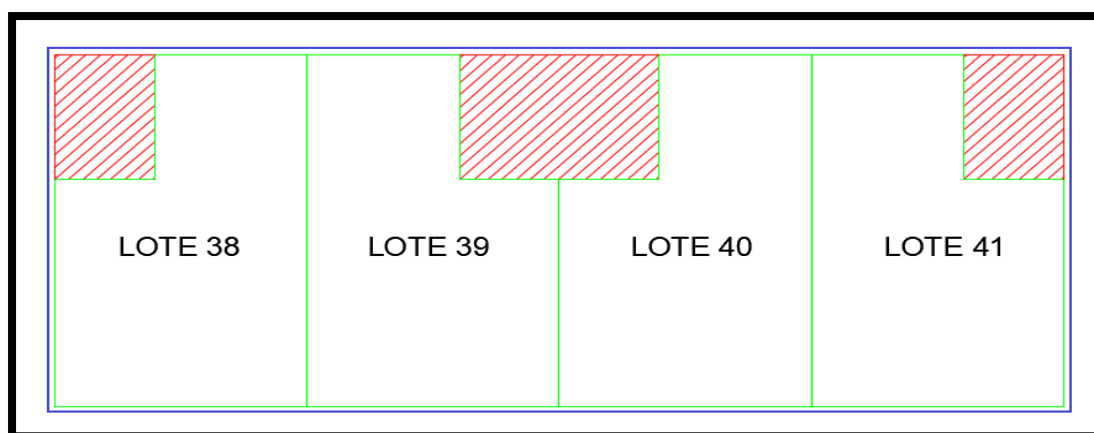


Figura 44. Ejemplo de faja de trabajo para excavación de manto vegetal.



Figura 45. Retroexcavadora realizando la excavación del manto vegetal.

4.2 EXCAVACIÓN Y REUBICACIÓN DE SUELO APTO

Esta tarea se realizó sobre aquellas siluetas en las que una vez retirado el manto vegetal, no se alcanzó el nivel de subrasante de proyecto (lotes 56 a 65). El suelo extraído fue considerado apto y sirvió para terraplenar, compactándolo con un grado de compactación mínimo del 98% del Proctor T-99 de igual manera que al suelo arena. Los pliegos de especificación técnicas no requieren clasificación de suelo ni resistencia mínima, solo el grado de compactación sobre el material brindado por la Cooperativa.

Debido a esto, se realizó de manera diferenciada con el ítem anterior "excavación y reubicación del manto vegetal". En los casos en que al realizar esta tarea, se observó que el suelo contenía restos de materia orgánica (principalmente raíces), se le dio al mismo, igual utilidad que al manto vegetal.

El trabajo se realizó empleando la retroexcavadora y mini cargadora. Como el nivel del terreno natural en una silueta variaba considerablemente (hasta 1 m. entre el punto más alto y el más bajo), antes de realizar la excavaciones, se tomaron los niveles en las esquinas de las siluetas. De esta forma se pudo indicar al maquinista la profundidad aproximada a la cual debía llegar en cada una de ellas. Luego de una primera excavación, se volvió a tomar niveles para indicarle nuevamente de ser necesario. Este proceso se repitió hasta llegar a la cota deseada, la cual fue tomada con una precisión aproximada de 5 cm. Una vez logrado el nivel en zonas próximas a las esquinas, con el uso de una mini cargadora se niveló toda la silueta.

Se optó por trabajar con este conjunto de maquinas debido a que las zonas de trabajo eran pequeñas y no permitían el empleo de moto niveladoras.



Figura 46. Retroexcavadora excavando y mini cargadora nivelando.

4.3 ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE

Una vez realizado el trabajo requerido de desmonte, ya sea solo suelo vegetal o excavación adicional, se procedió a realizar en un espesor de 15 cm aproximadamente el escarificado del terreno. De esta forma se logró que el suelo se desconfinara para que la compactación posterior se obtenga en una capa de espesor considerable y no en los primeros pocos centímetros. De igual manera ocurrió con el agua de riego, al estar escarificado no quedó solo en la superficie. Para este trabajo se utilizó la misma retroexcavadora, cuyo balde posee un conjunto de puntas dobles, de 25cm de largo, eficientes para este trabajo. Véase la Fig. 47 Balde de retroexcavadora con puntas dobles.

Como es conocido, el grado de compactación del suelo depende entre otros factores, de la humedad que contenga y de la energía que se le aplica. En obras pequeñas, lograr compactar con la humedad óptima puede volverse oneroso, por lo que la compactación se realizó a prueba y error. Con el criterio del Conductor Técnico de la empresa fue que se realizaron las primeras compactaciones y a medida que transcurría el tiempo en la obra, se le cedió el "criterio" al pasante.

Debido a que la subrasante siempre estuvo al menos tapada con el manto vegetal, la humedad que contenía al momento de retirar éste daba buen indicio para proceder a su inmediata compactación. Para comenzar a formar un criterio, antes de compactar se tomó una muestra del suelo y se observó cómo se comportaba ésta al apretarla con la mano.

En cuanto a la energía de compactación, la metodología fue la misma. A prueba y error con el criterio del Conductor Técnico de la empresa. Se hicieron entonces 6 pasadas de rodillo liso (1 pasada = ida y vuelta), sobre la subrasante recién desmontada y escarificada.

Se requirió por pliego, compactar la subrasante hasta lograr un grado de compactación mínimo del 94% del Proctor T-99, necesaria para colocar sobre éste el material de aporte o material granular según corresponda. Debido a la experiencia del Conductor Técnico en el rubro, no sorprendió que los primeros ensayos resultaran satisfactorios, arrojando valores superiores al 96%, con valores de humedad próximos a la óptima. Se optó por tanto, en las siguientes compactaciones sobre subrasante realizar 5 pasadas de rodillo vibratorio para disminuir costos. Con ese criterio no se obtuvieron valores insatisfactorios en la compactación de subrasantes.

Se emplearon para la compactación dos equipos con rodillos lisos Lonking CDM 5033, cuyo peso operativo es de 3000Kg. El ancho de rodillo de estos equipos es de 1,20 m. En la Fig. 48 se observa uno de estos equipos operando.

Generalmente, la empresa utiliza otros equipos de compactación como el Lonking CDM 514 con 14000 kg. de peso operativo y 2,30m. de ancho de rodillo. No se justificó llevar estos equipos a la obra debido a que al poseer todas las bandejas un nivel diferente, salvo la compactación de subrasante en las zonas trabajadas en fajas, las demás compactaciones no hubieran podido realizarse empleándolos.

El control de compactación en obra fue realizado por el equipo del laboratorio de suelos de la Cooperativa en cada capa. Se debió coordinar para que dicho equipo realice las pruebas lo antes posible de manera de tener pronto resultados y poder

"Asistencia técnica a la dirección de obra de muros de contención y movimiento de suelo"

continuar con la siguiente etapa. La prueba fue realizada mediante el ensayo del cono de arena. Véase la Fig. 49.



Figura 47. Balde de retroexcavadora con puntas dobles.



Figura 48. Equipo compactando subrasante.



Figura 49. Ensayo de cono de arena en subrasante.

4.4 TERRAPLÉN DE SUELO APTO

Teniendo la subrasante compactada, se procedió a realizar el terraplén con suelo apto. Para éste se empleó suelo arena provisto por la Cooperativa.

Los espesores de esta capa variaron en función de la distancia entre el nivel del manto rocoso y el de la bandeja terminada como fue mencionado en la introducción. Se tuvieron entonces los siguientes:

- ❖ En los lotes 34 a 47 y 56 a 63 (manto rocoso alejado del nivel de bandeja), 0,55 m. de espesor mínimo y teniendo en cuenta que los lotes poseen declives naturales, dentro de una misma bandeja se alcanzaron valores de terraplenes de 1,2 m. Véase la Fig. 50 para una mayor comprensión.
- ❖ En lotes 64 y 65 (manto rocoso intermedio), el espesor varía de 0,00 m a 0,70 m, se colocó solo para nivelar el declive del terreno. Véase la Fig. 51 para una mayor comprensión.

Independientemente del espesor de la capa terminada, el terraplén de suelo arena fue realizado de la misma manera, con espesores de capas intermedias, equipos y cantidad de ensayos iguales.

Debido a que todos los lotes poseen declives naturales, se comenzó a terraplenar en formas de "cuñas" hasta lograr la nivelación de la bandeja. Debido al tipo y peso del equipo compactador, las capas intermedias no superaron nunca los 0,25 m. de espesor.

Previo a cargar las distintas capas de suelo arena, con la ayuda de un operario, se colocaron estacas plantadas al nivel de la capa terminada (más 2 cm debido a que bajará por la compactación) en las esquinas de las siluetas. Con ellas el operador de la mini cargadora se guiaba para dejarla completamente nivelada. Esta técnica es conocida como "corte a cabeza de estaca". Las mismas eran referenciadas con una línea de cal saliente de la bandeja de modo que si eran cubiertas por suelo, se las localizaba fácilmente. Véase la Fig. 52 y 53 donde se muestra lo anteriormente especificado.

Las bandejas fueron cargadas con suelo arena empleando un camión tatú y pala cargadora, con esta última el suelo fue también distribuido y finalmente se cortaban las estacas con la mini cargadora.

Al igual que para la compactación de subrasante, aquí también se compactó a prueba y error con el criterio del Conductor Técnico de la empresa.

En la obra un desafío fue intentar interpretar el porcentaje de humedad del material y más aún mantenerla en proximidades de lo que se interpretaba como la óptima. Mediante el ejercicio de amasar una muestra de suelo en la mano es que se intentó lo primero, mientras que para lo segundo se aplicaron diferentes técnicas según la humedad que se interpretaba que tenía. Desde un punto de vista ingenieril, esta "técnica" podría haberse evitado. Realizando ensayos de humedad en distintos periodos, cuando se estime que la humedad pueda haber variado considerablemente, se evitaría el movimiento de un material que no está en condiciones de ser compactado.

En caso de interpretar falta de humedad, se procedió a regarlo de forma manual con manguera o bien a mezclarlo con material con exceso de humedad en caso de que

"Asistencia técnica a la dirección de obra de muros de contención y movimiento de suelo"

hubiera. Teniendo en cuenta que resulta más económico humedecer el suelo que secarlo, en lo posible se intentó aplicar la segunda técnica, ya que de esa forma en realidad no se humedecía al primero si no que secaba al segundo.

En caso de interpretar un exceso de humedad se mezclaba con suelo con defecto de humedad (en caso de tenerlo) o bien se extendió y dejó que el viento lo seque, lo cual llevó su tiempo. Con el correr de los días, la tarea de mantener suelo con la humedad que se interpretaba como la óptima se convirtió en una rutina. Extender material húmedo en las bandejas a cargar o bien en el acopio los días de sol y viento y sellarlo los días con probabilidades de lluvias.

En cuanto a la energía de compactación, con el criterio del Conductor Técnico de la empresa se comenzó realizando 6 pasadas de rodillo liso (1 pasada = ida y vuelta). Se requirió por pliego, compactar el suelo arena hasta lograr una resistencia mínima del 98% del Proctor T-99, necesaria para colocar sobre éste el material de aporte de las siguientes capas o material granular según corresponda.

Los primeros ensayos resultaron insatisfactorios, por lo que se decidió agregar 2 pasadas más de rodillo. Con 8 pasadas, los ensayos comenzaron a resultar satisfactorios cuando la humedad era cercana a la óptima. En algunos casos llegaron a realizarse 10 pasadas. En la figura 54 puede observarse el equipo compactando suelo arena.

De igual manera que en la compactación de subrasante, el control en obra fue realizado por el equipo del laboratorio de suelos de la Cooperativa en cada capa. Se debió coordinar para que dicho equipo realice las pruebas lo antes posible de manera de tener pronto resultados y poder continuar con la siguiente etapa. La prueba fue realizada mediante el ensayo del cono de arena. Véase la Fig. 55.

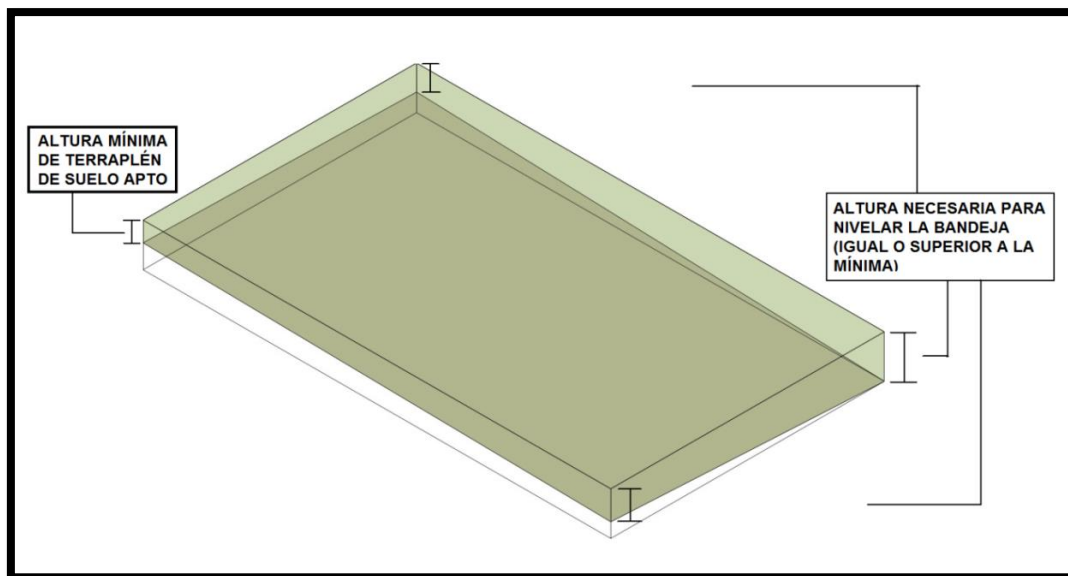


Figura 50. Esquema de terraplén de suelo apto con altura mínima 0,55 m.

"Asistencia técnica a la dirección de obra de muros de contención y movimiento de suelo"

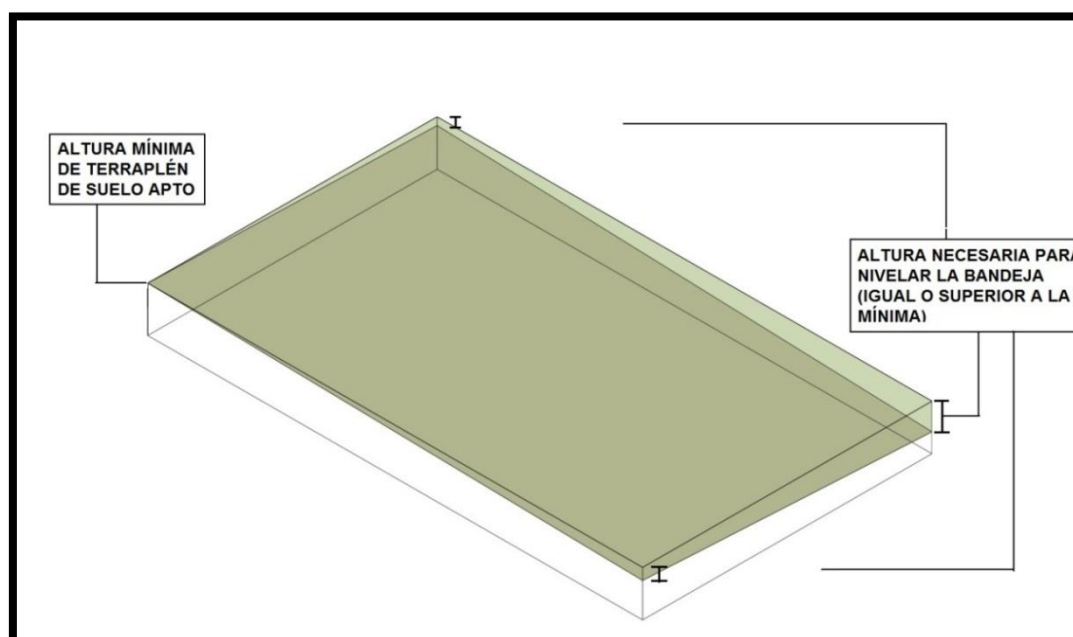


Figura 51. Esquema de terraplén de suelo apto con altura mínima 0,00 m.



Figura 52. Operario plantando estacas a nivel.

"Asistencia técnica a la dirección de obra de muros de contención y movimiento de suelo"



Figura 53. Operario referenciando las estacas con líneas de cal salientes de la silueta.



Figura 54. Equipo compactando suelo arena.



Figura 55. Ensayo de cono de arena en suelo arena.

4.5 PLATAFORMA BASE GRANULAR (MATERIAL 0-20)

Se trató de la incorporación y compactación de material inerte 0-20. Los espesores de esta capa de material fueron de 0,4 m. o 0,5 m en función del paquete que se debió realizar. Ambos se realizaron en dos capas intermedias de 0,20 m. o 0,25 m.

En cuanto a la compactación, los procesos para lograrla no se diferenciaron de los del apartado anterior. El manejo de la humedad y energía fue el mismo.

El grado de compactación fue medido con ensayos de densidades comparados con el proctor modificado T-180 para el material especificado y debió alcanzar una densidad del 98% o superior.

En lo que se diferenció, fue en el nivel de terminación. Debió lograrse una adecuada lisura y sellado superficial con un grado de exactitud de la superficie que se controló una vez terminado el trabajo. Los puntos de control fueron tomados al azar en cuanto a ubicación y cantidad por el Director Técnico de la Cooperativa. Del total de los puntos tomados se determinó el valor medio para cada plataforma. Ninguno de los puntos tomados podía exceder en más o menos los 2cm de diferencia respecto de la medida calculada según lo ya especificado.

"Asistencia técnica a la dirección de obra de muros de contención y movimiento de suelo"

Por este motivo es que para la nivelación de la última capa del material, se colocaron estacas extras en puntos interiores de la bandeja, para guiar al operador de la mini cargadora que las cortó. Véase la Fig. 56 donde se observan las estacas extras en color rojo.

De igual manera que en los otros materiales compactados, el control en obra fue realizado por el equipo del laboratorio de suelos de la Cooperativa en cada capa. Se debió coordinar para que dicho equipo realice las pruebas lo antes posible de manera de tener pronto resultados y poder continuar con la siguiente etapa. La prueba fue realizada mediante el ensayo del cono de arena. Véase la Fig. 58



Figura 56. Estacas extras para terminación de última capa.

"Asistencia técnica a la dirección de obra de muros de contención y movimiento de suelo"



Figura 57. Equipo compactando material granular 0-20.



Figura 58. Ensayo de cono de arena en suelo granular 0-20.

4.6 RELLENO DE PATIOS Y JARDINES

El nivel terminado de patios y jardines de cada uno de los lotes fue el mismo que el nivel de su respectiva bandeja terminada.

No se mencionó durante los apartados anteriores pero el relleno de patios y jardines fue acompañando tanto el terraplén con suelo arena como el de material granular 0-20, brindándoles soporte por fuera de las bandejas en caso de ser necesario.

Estas zonas si bien no requirieron por pliego ningún tipo de compactación, para que puedan brindarle soporte a los materiales de las bandejas, también fueron compactados pero sin ningún control. Se realizaron 2 o 3 pasadas del rodillo en un ancho de 0,5 m. aproximadamente por fuera de la bandeja. El resto fue "gomeado" (compactado por pisado de las gomas) con la pala cargadora y mini cargadora mientras se colocaba.

Para evitar que este material ingrese a la zona de bandeja (ya que no es apropiado), y no colocar material apto en exceso, es que, capa por capa del terraplén debió brindarse el soporte en los patios y jardines. En las Fig. 59y 60 se esquematiza esta idea.

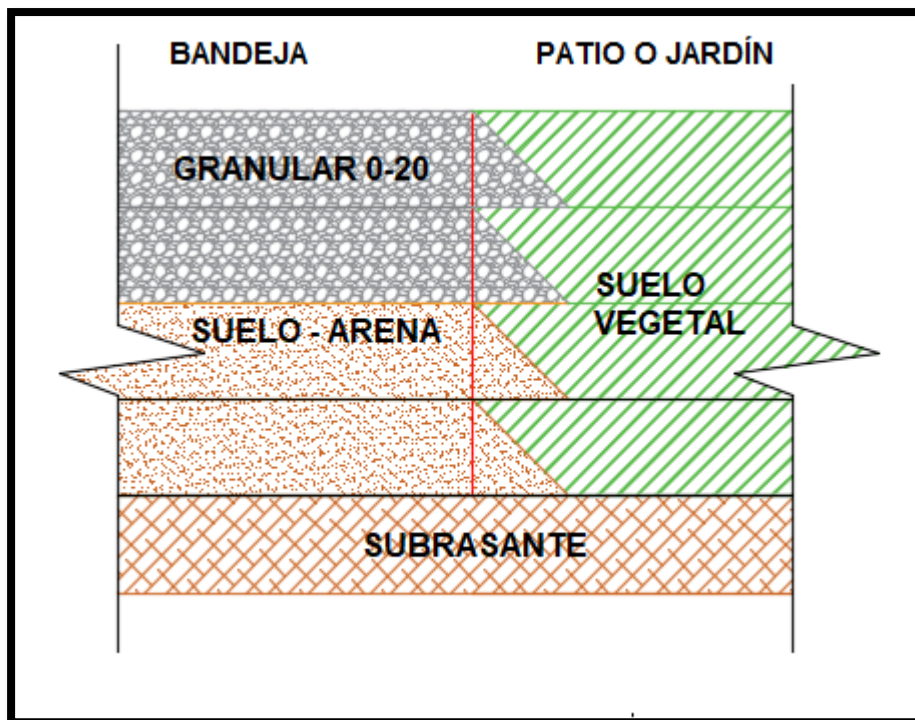


Figura 59. Vista en corte de la forma correcta de rellenar patios y jardines.

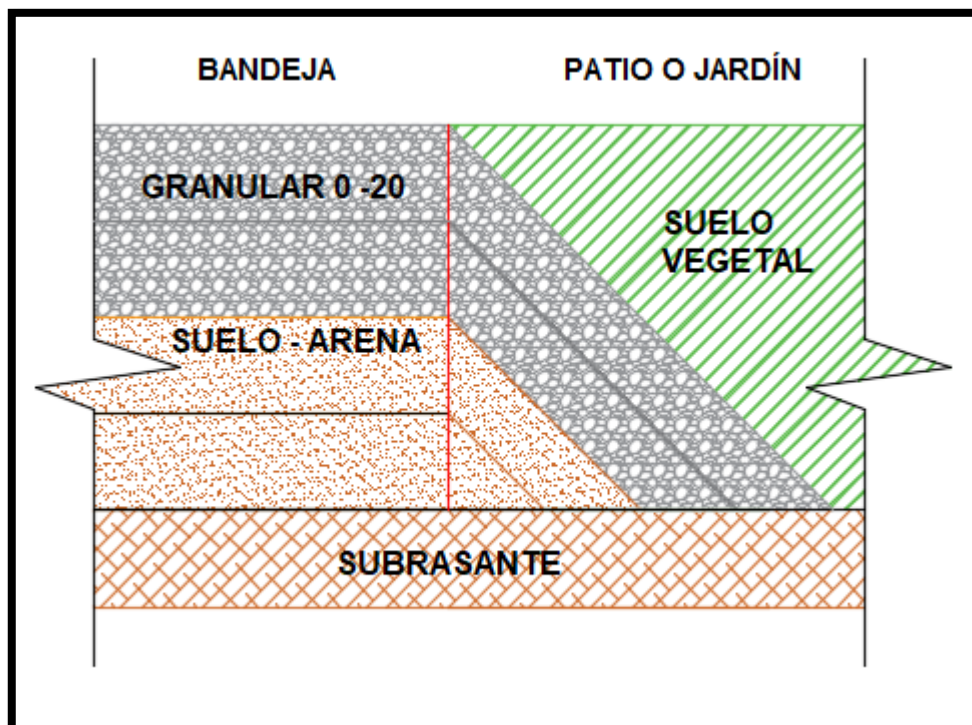
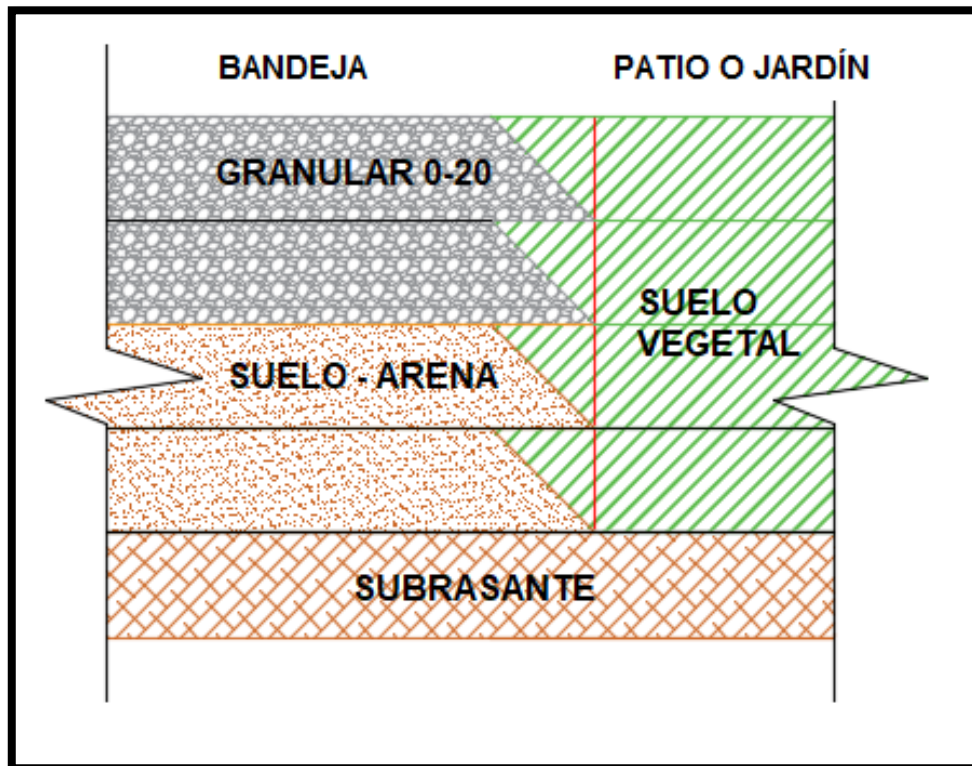


Figura 60 . Vistas en corte de las formas incorrectas de rellenar patios y jardines.

5. CONTINGENCIAS Y RESOLUCIONES

En este capítulo se describen los principales problemas que surgieron durante el desarrollo de la primera etapa, tanto en muros de contención como en movimiento de suelo en manzanas. Conjuntamente, se detallan las soluciones adoptadas para cada uno de ellos.

5.1 EN MUROS DE CONTENCION

5.1.1 Primera contingencia: "Error en nivel de puntos fijos"

Durante el desarrollo de la tarea de excavación para la fundación de muros medianeros de fondo (apartado 3.1), mientras se tomaban niveles para indicar al maquinista la profundidad a excavar y así llegar al nivel de fundación, se comenzó a notar que dicho nivel se encontraba por encima del terreno natural. Si bien esto no sonaba lógico, no se sabía cuál era la primicia que tuvo el Equipo de Proyecto para optar por esos niveles de fundación.

Este problema surgió recién en el quinto lote excavado luego de medio día de trabajo, por lo cual se detuvo a la retroexcavadora y a los operarios que corregían el nivel con pala de mano hasta corroborar que los niveles de proyecto coincidan con los de obra. Conjuntamente con el Conductor Técnico de la Cooperativa, se comenzaron a controlar los niveles de fundación de los lotes ya excavados y dichos niveles eran los correctos.

Como solución por parte de la constructora, se propuso bajar el nivel de fundación de manera que este se encuentre siempre por debajo del terreno natural y aumentar la altura de elevación de los muros. Esta solución fue rechazada por la Cooperativa debido a que le significaba un gasto adicional elevar los muros una hilada más.

Como solución por parte de la Cooperativa, se le exigió a la constructora retirar la cubierta vegetal, realizar un terraplén de 20 cm con suelo apto en una franja de 2 metros de ancho a lo largo del muro, compactarlo y luego darle los niveles de la fundación.

Se analizó la situación y resultó conveniente por cuestiones de tiempos (y por ende económicas), optar por la solución brindada por la Cooperativa ya que en ciertos rangos, a medida que aumenta la altura de los muros aumentan también no solo las longitudes de las armaduras sino también sus diámetros, densidad de armado y ancho de zapata. No se hizo un análisis detallado de los costos de los materiales y mano de obra, solamente se estimaron los costos del tiempo de modificar todo lo mencionado. Finalizado dicho análisis, se comenzaron a realizar las tareas para solucionar esta primera contingencia y avanzar.

Luego de haber avanzado con los 9 muros medianeros de fondo restantes de la primera etapa, tomando niveles para comenzar con la limpieza de manto vegetal (apartado 4.1), se observan diferencias entre los niveles de proyecto y los del terreno natural lo cual despertó la idea de que los puntos fijos que se estaban utilizando estaban mal tomados.

"Asistencia técnica a la dirección de obra de muros de contención y movimiento de suelo"

Nuevamente se frenaron todos los trabajos en la obra y se realizó un control sobre dichos puntos fijos realizando una nivelación geométrica por rodeo doble, detectando un error de aproximadamente 20 cm en las cotas de los puntos fijos.

Se acotaron nuevamente los puntos fijos y el trabajo se realizó completamente de nuevo dando por solucionada la primera contingencia.

5.1.2 Segunda contingencia: "Error en niveles de fundación"

También surgió durante el desarrollo de la tarea de excavación para fundación de muros no portantes (apartado 3.1).

Como se mencionó en la introducción de este informe, la obra cuenta con la particularidad de no poseer dos bandejas contiguas a un mismo nivel y por ende tampoco posee dos patios contiguos a un mismo nivel ya que coinciden con los de sus respectivas bandejas.

Observando los niveles de fundación para indicarle al maquinista la profundidad a excavar, se comenzó a notar que la zapata quedaría por debajo del nivel de patio terminado de la vivienda más elevada (lo cual es correcto), pero por encima del nivel de patio terminado de la vivienda menos elevada (lo cual no es correcto). Para una mejor comprensión véase la Fig. 61 donde se esquematiza la situación.

Dada la situación, se frenaron los trabajos de excavación hasta definir conjuntamente con el Conductor Técnico de la cooperativa como seguir. Como solución por parte de la constructora se propuso bajar el nivel de fundación a aquellas zapatas que no quedaran por debajo del nivel de patio terminado, y si bien fue esa la solución que se adoptó, tomó aproximadamente una semana en definirse. Este tiempo se debió principalmente a la burocracia de la Cooperativa, debido a que los proyectos pasan a través de distintas áreas administrativas y a cada una le tomó su tiempo. Por ejemplo, el área de cómputo debió calcular nuevamente las cantidades de armaduras para mandar a doblarlas con sus nuevos diámetros y longitudes.

Para una mejor comprensión véase la Fig. 62 donde se esquematiza la solución.

A pesar de que fue requerido en varias ocasiones la realización de planos conforme a obra y una revisión del proyecto actual para las demás etapas, no fue realizado. En la segunda etapa los niveles de fundación de los muros no portantes fueron calculados en obra por el autor para evitar demoras.

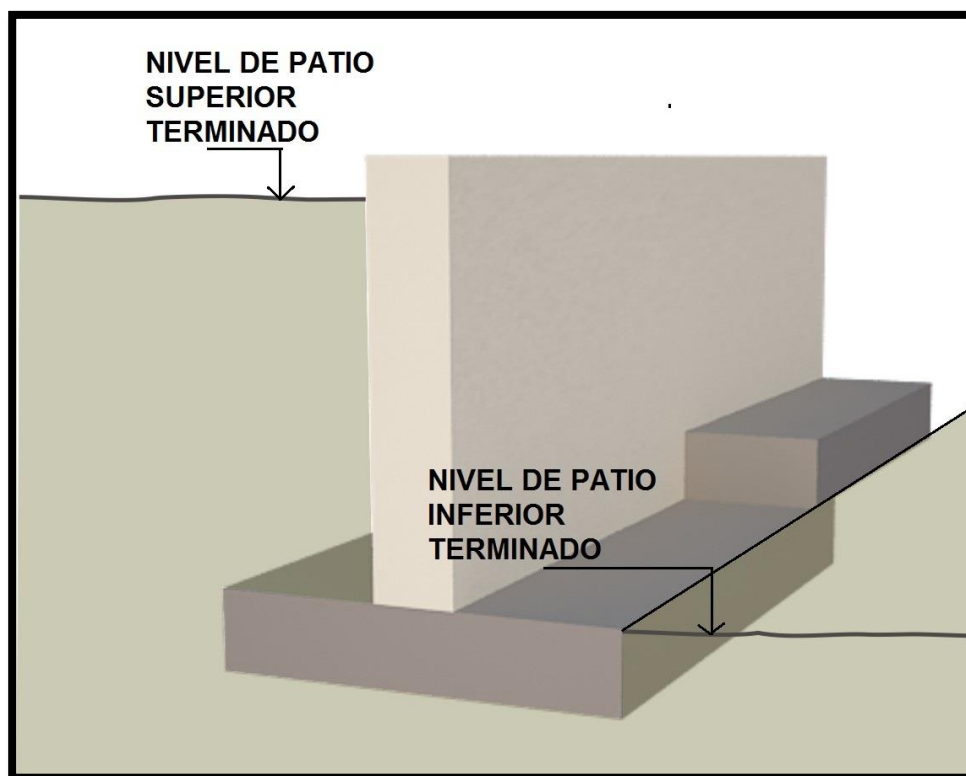


Figura 61. Niveles de fundación de muros medianeros de patio proyectados.

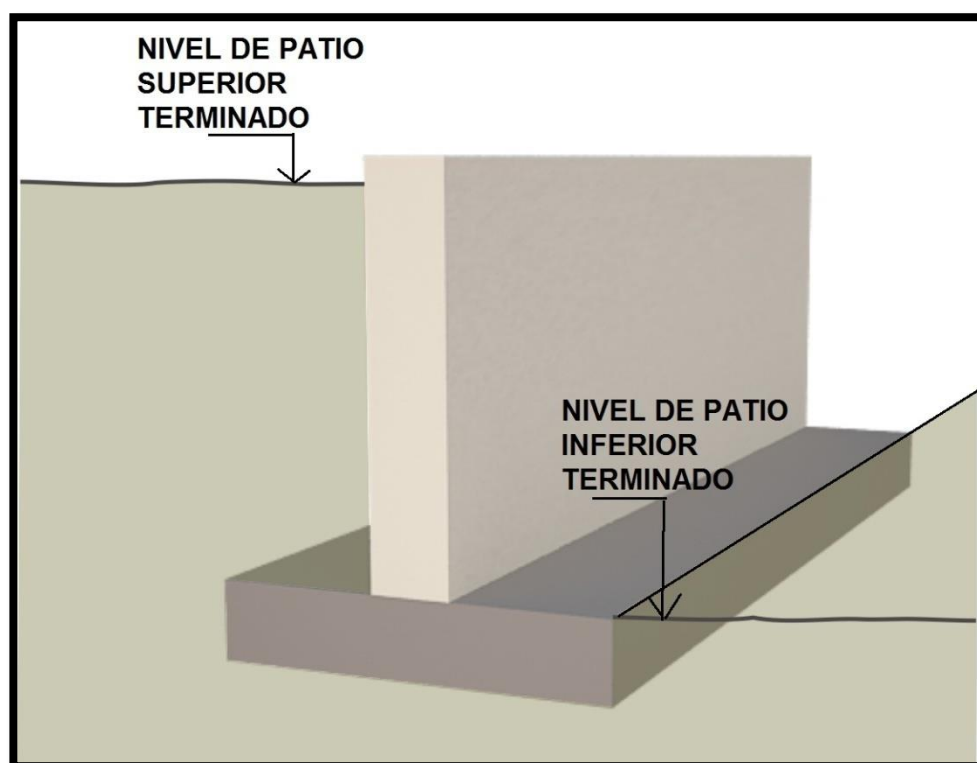


Figura 62. Niveles de fundación de muros medianeros de patio ejecutados.

5.1.3 Tercera Contingencia: "Falta de vinculación entre zapatas a distinto nivel"

Esta surgió durante el proceso de armado de las fundaciones de los muros medianeros de fondo y patio (ver apartado 3.1), que fueron los primeros en realizarse.

Dentro la documentación recibida por parte de la Cooperativa para la materialización de la obra no se encontró detalle de las vinculaciones entre zapatas en diferentes niveles. Al comenzar a colocar las armaduras en sus posiciones, se notó que no solo no estaba detallado, si no que no estaba proyectado ni menos aún computado. Para una mejor comprensión véase la Fig. 63 donde se esquematiza la situación.

Esto no detuvo el proceso de armado, pero si el de hormigonado conllevando a nuevas demoras.

La solución que se planteó por parte de la Cooperativa, fue colocar armaduras de vinculación (tipo Z) dobladas en obra y sobrepasar la zapata superior 20 cm sobre la inferior. Para una mejor comprensión véase la Fig. 64 donde se esquematiza la solución.

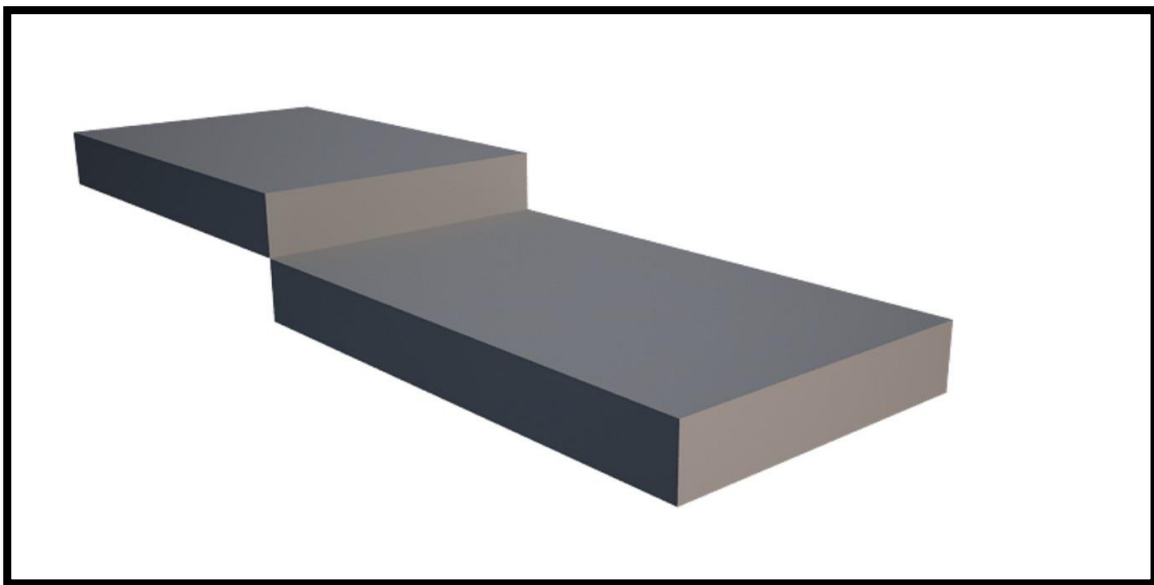


Figura 63. Esquema de encuentro de zapatas de fundación de distintos niveles proyectados.

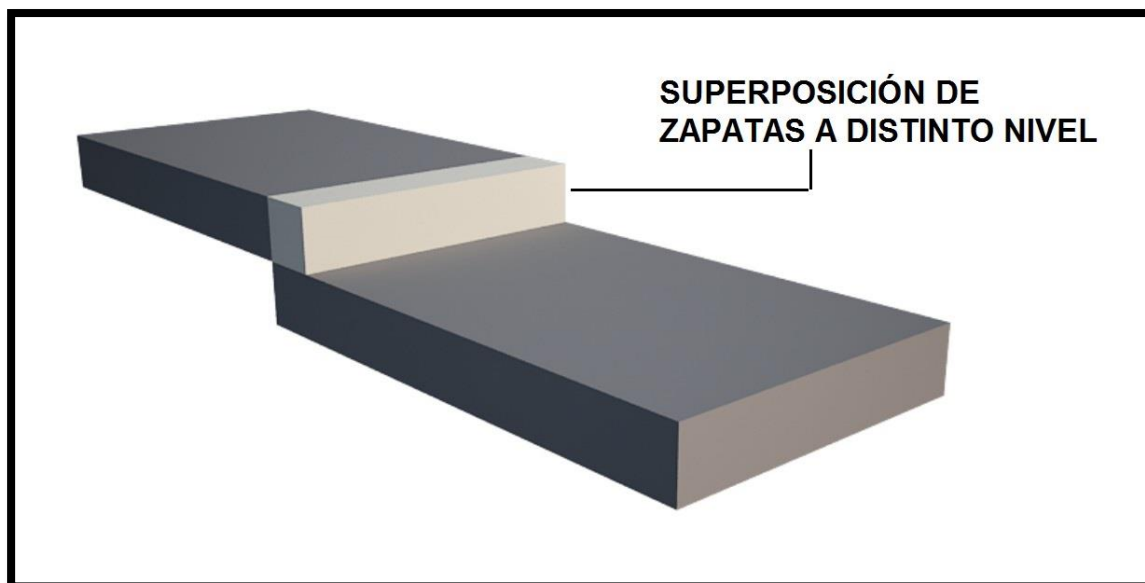


Figura 64. Esquema de encuentro de zapatas de fundación de distintos niveles ejecutados.

5.1.4 Cuarta contingencia: "Contención superada por las precipitaciones"

Esta surgió en el momento previo al hormigonado de las fundaciones de los primeros muros medianeros. Una hora previo a la llegada del primer camión mixer comenzó a llover. Lo que en un principio parecía un simple retraso en el proceso de hormigonado, algo naturalizado en el rubro, terminó siendo una demora considerable debido al daño que produjo el agua en las zonas a hormigonar, al haber superado las medidas de precaución que se tuvieron en cuenta para una eventual tormenta.

La excavación de la fundación formaba un canal que cortaba la pendiente transversal del terreno, que aunque era menor que la longitudinal, era significativa. Por tal motivo se previó colocar el producto de la excavación en el lado alto de la misma, formando así una barrera que evite el ingreso del agua de escorrentía a la excavación. Debido a la intensidad y duración de la lluvia, esa barrera se vio superada en algunos puntos a lo largo de ella y el agua logró ingresar. En el momento en que comenzó la lluvia se decidió quitar el encofrado del final de la excavación y abrir una canaleta para que el agua entre pudiera salir y no se embalse. De igual manera, el agua que ingreso produjo una erosión notable en los diferentes escalones de la excavación y depósito material en la zona más baja.

Se debió quitar todas las armaduras y parte de los encofrados para extraer el material que se depositó, agregar material granular (0-20) y compactar en las zonas erosionadas. A los 3 días siguientes se pudo hormigonar con total éxito.



Figura 65. Daño producido por la lluvia previo al hormigonado.

5.1.5 Quinta contingencia: "Diferencia en certificación y cómputo"

Durante el control de las certificaciones realizadas por el conductor técnico de la Cooperativa, se notó una discrepancia con lo realizado. Por este motivo se le pidió al autor conformar una planilla de cálculo, con la cual se pueda realizar una certificación paralela y no solo controlar la de la Cooperativa. Durante el proceso se notó, que en aislación hidrófuga vertical para muros no portantes, se había realizado en obra un valor superior no solo a lo certificado sino también a lo computado para la totalidad de la obra.

Luego de hacer un computo propio, se arribó a que la diferencia era próxima al 800 % (1900m²). A raíz de esto, se decidió computar la totalidad de la obra, encontrando este problema en 4 ítems de obra más.

"Asistencia técnica a la dirección de obra de muros de contención y movimiento de suelo"

Hasta resolver los problemas internos de la Cooperativa, estos ítems se pagaron como tareas adicionales.

5.2 EN MOVIMIENTO DE SUELO EN MANZANAS

5.2.1 Primera contingencia: "Anticipación de precipitaciones y falta medidas preventivas"

Como contingencia durante toda la obra de movimiento de suelos se puede mencionar a las lluvias, las cuales originaron ciertos contratiempos a pesar de las previsiones.

Constantemente se verificó el pronóstico de las lluvias, adecuando las actividades de la obra de manera de minimizar el impacto. De todas formas en algunos días las lluvias generaron problemas. El principal contratiempo lo generó al humedecer el material, retrasando la ejecución de los terraplenes y también sobrepasando medidas de precaución.

Como medidas de precaución se colocaban montículos de suelo que desvíen el curso el agua o bien cunetas de guarda; otras medidas fueron prever que las bandejas tuvieran pendientes que permitan evacuar el agua captada y si el tiempo no permitía terminar la compactación, al menos realizaban algunas pasadas de rodillo para reducir la permeabilidad de la superficie.

En el caso que se observa en la Fig. 66, la lluvia llegó medio día antes de lo pronosticado y no permitió finalizar la capa de suelo arena de esa bandeja. Esta una vez terminada hubiera sobrepasado el nivel de la bandeja de material granular adyacente, permitiendo evacuar el agua sobre ella. Sumado a esto, el agua de escorrentía sobrepasó un montículo de suelo que evitaba que se dirija hacia allí.

Como solución se realizó un pequeño canal en el extremo inferior para evacuar el agua y se debió remover la primera capa de suelo arena completa y volver a cargarla con material nuevo, ya que dejar que ese se secase hubiera tardado días.



Figura 66. Bandeja con primera capa de suelo arena inundada.

5.2.2 Segunda contingencia: "Diferencia en certificación y cómputo"

En simultáneo con la quinta contingencia de muros de contención (ver apartado 5.1.5) se encontraron discrepancias entre lo computado por el equipo de proyecto y lo computado por el pasante. En el ítem de excavación y reubicación de manto vegetal la discrepancia fue aproximadamente del 20% (300 m³) y en escarificado y compactado de subrasante aproximadamente del 35% (2150m²).

En los 3 ítems donde se encontraron diferencias, el cómputo fue sencillamente realizado con una planilla de cálculo, con operaciones básicas. Esto causó preocupación en la empresa debido a que si bien por el tipo de contratación (precios unitarios), los excedentes en tareas realizadas se remuneran, para la empresa resulta complejo determinar con exactitud los volúmenes de movimiento de suelo (excavación y terraplén) por lo que no es posible saber si lo computado por la Cooperativa están bien, o si en ese caso también hay discrepancia.

Para resolver esto último, el autor propuso y calculó los volúmenes de terraplén de cada bandeja individual utilizando el método de las áreas medias. Para aplicar ese método fue necesario contar con los niveles de subrasante conforme a obra, esto hizo que solo se pueda ir calculando a medida que la obra avanzaba y no tener un valor

"Asistencia técnica a la dirección de obra de muros de contención y movimiento de suelo"

total que comprenda toda la obra, pero fue suficiente y necesario para llevar un control sobre lo certificado.

De igual manera que en la diferencia en certificación y computo de la obra de muros de contención, hasta resolver los problemas internos de la Cooperativa, estos ítems se pagaron como tareas adicionales.

5. CONCLUSIONES

5.1 SOBRE EL PROYECTO

A partir de las tareas realizadas, el autor arribó a la conclusión de que, cuando se trata de trabajos en obra que no sólo dependen de la empresa a cargo, sino de múltiples factores como los mencionados a lo largo del informe y más aún en el capítulo de contingencias, no siempre lo planificado inicialmente a partir de premisas y supuestos, se termina por concretar. Es necesario realizar controles periódicos durante todo el plazo de ejecución de los distintos ítems de obra, para poder tener bajo control cualquier imprevisto que pueda surgir que implique un cambio en la planificación, para evitar pérdidas, tanto respecto a extensiones de los plazos de obra, como a cuestiones netamente monetarias.

Teniendo en cuenta la larga trayectoria de la Cooperativa en la realización de grandes planes de viviendas, se evidenciaron errores importantes en el proyecto, el cual tenía la característica de disponer de pendiente elevada. Seguramente es debido a que la mayoría de sus planes están localizados en terrenos planos. Esto muestra la necesidad de enfatizar la etapa de proyecto, ya que de esta manera se evitaría tomar demasiadas decisiones en obra (que suelen no ser las más acertadas debido a presiones como de tiempo, costos, intereses personales, etc.), sobrecargando de actividades al Conductor Técnico.

5.2 SOBRE LA EXPERIENCIA ADQUIRIDA

Dentro de las experiencias vividas, el autor distingue entre aquellas adquiridas por el curso normal de la obra y aquellas debido a las contingencias.

- ❖ Entre las primeras, el trabajo con un equipo de personas fue la más enriquecedora. Dirigir y controlar a un grupo y también responder ante otro fue un desafío importante que día a día ofreció un nuevo conocimiento. Teniendo en cuenta la diversidad de edades, experiencias, formaciones, etc., el puesto del pasante podría haber resultado muy complejo, pero con la premisa básica de trabajar y comunicarse siempre de manera clara y con respeto resultó no serlo.
- ❖ En segundo lugar, sobre el trabajo con maquinas de la envergadura con las que se trabajó. Teniendo en cuenta los costos que implica la puesta en marcha de estas, tanto la planificación global de toda la obra como la diaria, fueron vitales para que los costos sean los mínimos. La interpretación de los tiempos en que desarrollan las tareas, teniendo en cuenta el factor humano, fue la principal experiencia dentro de esa planificación.
- ❖ En cuanto a las debidas por las contingencias, fueron sin dudas las que más aprendizajes dejaron, evidenciando que no todo está controlado y que las dimensiones del rol de director técnico es inmensurable.

5.3 SOBRE LA PRÁCTICA SUPERVISADA

Finalmente, desde un punto de vista personal, el autor considera que la realización de una Práctica Supervisada es la transición necesaria, a través de la cual los alumnos puedan saltar el escalón existente entre ser estudiantes universitarios e insertarse en el ámbito laboral. Además, le permitió comenzar a conocer el rol del ingeniero civil como conductor técnico y así adquirir experiencias y conocimientos de obra.

6. ANEXOS

6.1 Anexo 1 "Cronograma de obra"

6.2 Anexo 2 "Planilla de armaduras MC"

6.3 Anexo 3 "Planilla de armaduras MCP"

6.4 Anexo 4 " Espesores de manto Vegetal"