

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**CRITERIOS DE TRAFICABILIDAD PARA CORTA Y SACA**

**por**

**Ramiro BUZÓ DA SILVEIRA  
Renato FERREIRA ZAMORA**

**TESIS presentada como uno de  
los requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo.**

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2008**

Tesis aprobada por:

Director: \_\_\_\_\_  
Ing. Agr. Fernando García Préchac

\_\_\_\_\_  
Ing. Agr. Carlos Clérico

\_\_\_\_\_  
Ing. Agr. Mario Pérez Bidegain

Fecha: \_\_\_\_\_

Autores: \_\_\_\_\_  
Ramiro Buzó da Silveira

\_\_\_\_\_  
Renato Ferreira Zamora

## **AGRADECIMIENTOS**

En primera instancia agradecemos al Departamento de Suelos y Aguas de la Facultad de Agronomía y a la empresa Colonvade SA por brindarnos los medios para realizar este trabajo de tesis de grado. Por la facultad en especial al Ing. Agr. Fernando García, Ing. Agr. Carlos Clérico, Ing. Agr. Silvana Delgado, Ing. Agr. Mario Pérez, Ing. Agr. Leticia Martínez, Ing. Agr. Mariana Hill y por Colonvade al Ing. Agr. Juan Liesegang.

Un agradecimiento especial a nuestras familias que nos han apoyado durante nuestras carreras y también a las empresas donde trabajamos, Agroempresa Forestal y Forestal Caja Notarial, que nos han facilitado terminar esta última instancia de estudio.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES..	VI
1 <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2 <u>REVISION BIBLIOGRÁFICA</u> .....	2
2.1 <u>REGIÓN GEOLÓGICA</u> .....	2
2.2 <u>GRUPOS DE SUELOS CONEAT</u> .....	3
2.2.1 <u>Suelos del orden desaturados lixiviados</u> .....	3
2.3 <u>IMPACTO DE LA COSECHA FORESTAL</u> .....	5
2.3.1 <u>Compactación de suelo</u> .....	6
2.3.1.1 <u>Cuantificación de la compactación</u> .....	7
2.3.1.2 <u>Densidad aparente</u> .....	7
2.3.1.3 <u>El Penetrómetro para medir el grado de compactación</u> .....	8
2.3.2 <u>Factores que determinan la compactación del suelo</u> .....	9
2.3.2.1 <u>Factores externos del suelo</u> .....	10
2.3.2.2 <u>Factores internos del suelo</u> .....	14
2.3.2.3 <u>Efectos de los factores Internos sobre el desarrollo vegetal</u> .....	17
3 <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	20
3.1 <u>AREA DE ESTUDIO Y MUESTREO</u> .....	20
3.2 <u>TOMA DE MUESTRAS Y ANALISIS DE LABORATORIO</u> .....	21
3.2.1 <u>Propiedades físicas</u> .....	21
3.3 <u>ANALISIS ESTADISTICO</u> .....	23
4 <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	24
4.1 <u>FECHA DE BAJA HUMEDAD (HB)</u> .....	24
4.1.1 <u>Densidad aparente (Dap) en los primeros 5cm</u> .....	24
4.1.2 <u>%HV para los primeros 15cm</u> .....	25
4.1.3 <u>Humedad en volumen en porcentaje (HV%) 0-70 cm de suelo</u> .....	26
4.1.3.1 <u>Análisis SAS de la variable %HV para los primeros 70cm de suelo</u> ....	27
4.1.4 <u>Resistencia mecánica a la penetración (RMP)</u> .....	28
4.1.5 <u>Rugosímetro</u> .....	31
4.2 <u>FECHA DE HUMEDAD MEDIA (HM)</u> .....	34
4.2.1 <u>Densidad aparente (Dap) en los primeros 5cm</u> .....	34
4.2.2 <u>%HV para los primeros 15cm</u> .....	35
4.2.3 <u>Humedad en volumen en porcentaje (HV%) 0-70 cm de suelo</u> .....	36

4.2.3.1	Análisis SAS de la variable %HV para los primeros 70cm de suelo....	37
4.2.4	<u>Resistencia mecánica a la penetración (RMP)</u> .....	38
4.2.5	<u>Rugosímetro</u> .....	41
4.3	<u>FECHA DE HUMEDAD ALTA (HA)</u> .....	44
4.3.1	<u>Densidad aparente (Dap) en los primeros 5cm</u> .....	44
4.3.2	<u>%HV para los primeros 15cm</u> .....	45
4.3.3	<u>Humedad en volumen en porcentaje (HV%) 0-70 cm de suelo.</u> .....	46
4.3.3.1	Análisis SAS de la variable %HV 0-70cm de suelo .....	47
4.3.4	<u>Resistencia mecánica a la penetración (RMP)</u> .....	48
4.3.5	<u>Rugosímetro</u> .....	51
4.4	<u>ANÁLISIS SAS DE LAS TRES FECHAS DE MUESTREO</u> .....	55
4.4.1	<u>Densidad aparente (Dap) en los primeros 5cm</u> .....	55
4.4.2	<u>%HV en los primeros 15cm de suelo (HV% 0-15cm).</u> .....	57
4.4.3	<u>Humedad en volumen en porcentaje (HV%) 0-70 cm de suelo.</u> .....	57
5	<u>CONCLUSIONES</u> .....	60
6	<u>RESUMEN</u> .....	63
7	<u>SUMMARY</u> .....	64
8	<u>BIBLIOGRAFIA</u> .....	65
9	<u>ANEXOS</u> .....	71

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Dap. para cada suelo, posición topográfica y tratamiento.....	24
2. %HV para cada suelo, posición topográfica y tratamiento.....	25
3. Prueba de TUKEY (P<0.05) para el efecto Sitio. ....	27
4. Prueba de TUKEY (P<0.05) para el efecto Posición (Sitio).....	34
5. Prueba de TUKEY (P<0.05) para el efecto Profundidad. ....	34
6. Prueba de TUKEY (P<0.05) para el efecto POS* TRAT (SITIO).....	37
7. Dap. para cada suelo, posición topográfica y tratamiento.....	44
8. %HV para cada suelo, posición topográfica y tratamiento.....	46
9. Prueba de TUKEY (P<0.05) para el efecto Sitio. ....	47
10. Prueba de TUKEY (P<0.05) para el efecto Posición (Sitio).....	47
11. Diferencias de medias de Dap para el efecto Sitio.....	48
12. Diferencias de medias de Dap para el efecto Fecha *Posición.....	48
13. %HV en los primeros 15cm de suelo .....	57
14. Efecto Tratamiento por Posición.....	57

Figura No.

1. Ubicación y Características generales de los Sitios .....	20
2. Dap para cada suelo, posición topográfica y tratamiento .....	24
3. %HV para cada suelo, posición topográfica y tratamiento .....	25
4. %HV hasta 70 cm para cada suelo, posición topográfica y trat.....	26
5. RMP pre y pos-Trat. en KPa, 0-50 cm de suelo en 7.31 LA.....	28
6. HV% para los primeros 70 cm de profundidad para 7.31 LA.....	28
7. RMP pre y pos-Trat. en KPa 0-50cm de suelo en 7.31 LM. ....	28
8. HV% para los primeros 70 cm de profundidad para 7.31 LM. ....	28
9. RMP pre y pos-Trat. en KPa, 0-50 cm de suelo en 7.2 LM. ....	29
10. HV% para los primeros 70 cm de profundidad para 7.2 LM. ....	29
11. RMP pre y pos-Trat. en KPa 0-50 cm de suelo en 7.2 LMA.....	29
12. HV% para los primeros 70 cm de profundidad para 7.2, LMA.....	29
13. RMP pre y pos-Trat. en KPa, 0-50 cm de suelo en 7.42 P.....	30
14. HV% para los primeros 70 cm de profundidad para 7.42 P.....	30
15. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.2 LMB.....	31
16. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.2 LMB.....	31
17. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.2 LMA.....	31
18. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.2 LMA.....	31
19. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.31 LMA.....	32jError! <b>Marcador no definido.</b>
20. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.31 LMA.....	32
21. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.31 LMA.....	32
22. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.31 LMA.....	32

23. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.42 LMA.....	33
24. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.42 LMA.....	33
25. Dap para cada suelo, posición topográfica y tratamiento.....	34
26. %HV hasta 70 cm para cada suelo, posición topográfica y tratamiento. ....	36
27. RMP pre y pos-trat. en KPa, 0-50 cm de suelo en 7.31 LA.....	38
28. HV% para los primeros 70 cm de profundidad para 7.31 LA.....	38
29. RMP pre y pos-trat. en KPa, 0-50cm de suelo en 7.31 LM.....	38
30. HV% para los primeros 70 cm de profundidad para 7.31LM.....	38
31. RMP pre y pos-trat- en KPa, 0-50 cm de suelo en 7.2 LMB.....	39
32. HV% para los primeros 70 cm de profundidad para 7.2 LM.....	39
33. RMP pre y pos-Trat. en KPa, 0-50 cm de suelo en 7.2 LMA.....	39
34. HV% para los primeros 70 cm de profundidad (b), para 7.2 LMA. ....	39
35. RMP pre y pos-Trat. en KPa, 0-50 cm de suelo en 7.42 P.....	40
36. HV% para los primeros 70 cm de profundidad para 7.42 P.....	40
37. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.2 LMB.....	41
38. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.2 LMB.....	41
39. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.2 LMB.....	41
40. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.2 LMB.....	41
41. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.31 LM.....	42
42. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.31 LM.....	42
43. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.31 LM.....	42
44. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.31 LM.....	42
45. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.2 P.....	43

46. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.2 P.....	43
47. Dap para cada suelo, posición topográfica y tratamiento.....	44
48. %HV para cada suelo, posición topográfica y tratamiento. ....	45
49. %HV hasta 70 cm para cada suelo, posición topográfica y trat.....	46
50. RMP pre y pos-Trat. 0-50 cm de suelo, 7.31 LA. ....	48
51. HV% para los primeros 70 cm de profundidad para 7.31 LA.....	48
52. RPM pre y pos-Trat. en KPa, 0-50 cm de suelo en7.31 LM .....	48
53. HV% para los primeros 70 cm de profundidad para 7.31 LM.....	48
54. RPM pre y pos-trat. en KPa, 0-50 cm de suelo en7.31 LM .....	49
55. HV% para los primeros 70 cm de profundidad para 7.31 LM.....	49
56. RMP pre y pos-Trat. en KPa 0-50 cm de suelo en 7.2 LMA.....	49
57. HV% para los primeros 70 cm de profundidad para 7.2 LMA.....	49
58. RMP pre y pos-Trat. en KPa, 0-50 cm de suelo en 7.42 P.....	50
59. HV% para los primeros 70 cm de profundidad para 7.42 P.....	50
60. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.2 LMB.....	51
61. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.2 LMB.....	51
62. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.2 LM .....	51
63. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.2 LM .....	51
64. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.2 LM.....	52
65. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.2 LM .....	52
66. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.2 LM .....	53
67. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.2 LM .....	53
68. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.42 P.....	54

69. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.42 P.....	54
70. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.42 P 5P .....	54

## 1 INTRODUCCIÓN

La mayoría de los sistemas de cosecha actuales utilizan maquinaria pesada y una elevada intensidad de tránsito, por lo tanto es necesario desarrollar estrategias que tiendan a minimizar los impactos sobre el suelo, como modo de conservar su capacidad productiva y de permitir que el bosque exprese su productividad potencial a lo largo de sucesivas rotaciones, con lo que se contribuirá a la sostenibilidad del negocio forestal.

La gestión forestal se ha dirigido hacia el uso de maquinaria pesada en las áreas de cosecha. Debido a esto el potencial de daños a la productividad del sitio es grande en los bosques ya que ésta operación se repite en forma recurrente. Esto es producto de la necesidad de abastecer a una industria de transformación de la madera independientemente de las condiciones ambientales. El acortamiento de los turnos de cosecha y la regularidad de abastecimiento que el mercado exige, induce a los responsables del aprovechamiento a incursionar dentro de las plantaciones cuando las condiciones edáficas no son apropiadas, por lo que se acentúan los daños que sufre el suelo. Es frecuente hoy en día encontrar máquinas de más de 10 y hasta 20 toneladas de peso total trabajando en las áreas de plantaciones forestales. Dados sus altos costos y alta capacidad operativa, trabajan en cualquier condición climática.

Es importante definir con más detalle el problema de la compactación, los procesos que llevan a ella, y las consecuencias para el medio ambiente. Existen antecedentes de compactación de suelos debida al tránsito de la maquinaria forestal, lo cual varía tanto en profundidad como en magnitud, de acuerdo a variables como peso de los equipos, intensidad de tránsito, tipo de suelo y humedad del mismo. La respuesta del suelo a este impacto, también es variable, pero en general persiste en el tiempo, en términos tales que adquiere significancia para los turnos forestales.

Por lo antes mencionado el presente trabajo pretende los siguientes objetivos:

- Analizar un caso en particular de un grupo de suelos en el departamento de Rivera para poder diferenciar el comportamiento de los diferentes suelos frente a la compactación producida por el tránsito de maquinaria forestal.
- Determinar si existe una variabilidad a lo largo del año debida a los diferentes contenidos de humedad del suelo.
- Determinar que propiedades se ven mas afectadas y poder cuantificar la magnitud de las mismas.
- Aislar los factores condicionantes de los suelos con relación al tránsito de maquinaria forestal y así elaborar criterios para optimizar el manejo y conservación de los mismos.

## 2 REVISION BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 REGIÓN GEOLÓGICA

Tomando en cuenta los aspectos geográficos como rasgos principales es posible reconocer según Bossi (1980) nueve regiones con características diferentes desde el punto de vista de los recursos naturales. Según esta regionalización la zona de estudio se encuentra dentro de la región número 4.

La región número 4 se desarrolla al norte del país y abarca las rocas sedimentarias vinculadas a los depósitos continentales y de borde marino acumuladas durante la evolución durante el mega continente de Gondwana, desde el Devónico inferior (350 m.a.) hasta el Jurásico. Dominan las areniscas y las pelitas pero existen todo tipo de rocas sedimentarias, desde ambiente glacial a desértico y desde marino a fluvial (UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA (URUGUAY). FAGRO, 2000).

La topografía es suavemente ondulada, debido a la ausencia de niveles con resistencia diferencial a meteorización y la estructura predominantemente sub horizontal de los estratos componentes. Los diferentes tipos de rocas generan suelos variables desde arenosos hasta arcillosos (UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA (URUGUAY). FAGRO, 2000).

Luego de ubicar la zona en estudio en la región correspondiente es necesario describir las formaciones de interés dentro de esta región. Las formaciones: Rivera, Tacuarembó y Cuchilla de Ombú integran el grupo Batoví Dorado. Este grupo aparece en el departamento de Cerro Largo y aflora luego como una faja continua de dirección general norte sur desde el departamento de Rivera hasta el departamento de Durazno (UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA (URUGUAY). FAGRO, 2000).

La formación Rivera representa el último episodio sedimentario del super grupo Gondwana. Esta integrada por las areniscas eólicas comprendidas entre el último depósito subacuático de la formación Tacuarembó y el primer derrame de basalto de la suprayacente formación Arapey. Esta compuesta por areniscas de grano medio bien seleccionadas, feldespáticas con escaso cemento arcilloso de naturaleza caolinitica, los colores en superficie varían entre rosado, anaranjado y amarillo, es decir, siempre pigmentados por óxido de hierro con diversos grados de hidratación (UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA (URUGUAY). FAGRO, 2000).

La formación Tacuarembó es la más espesa y extendida del grupo. El tipo de roca más abundante son las areniscas finas, a veces muy finas, bien seleccionadas, redondeadas o subangulares, feldespáticas, micáceas. El cemento es arcilloso y la coloración gris blanquecina a verdosa (UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA (URUGUAY). FAGRO, 2000).

La formación Cuchilla de Ombú está integrada por arcillas finas a medias con raras limolitas, son de color amarillentos claros a rojiza. Muestra un notable predominio de estratificaciones cruzadas de gran longitud; la selección es muy buena y los granos redondeados apoyando un origen eólico en dunas (UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA (URUGUAY). FAGRO, 2000).

## 2.2 GRUPOS DE SUELOS CONEAT

Los suelos estudiados en este trabajo se encuentran en el departamento de Rivera los cuales pertenecen a la zona 7 de la clasificación C.I.D.E. (URUGUAY. MAP, 1979).

En esta zona se agrupan todas aquellas asociaciones de suelos formadas sobre areniscas de Tacuarembó, y contiene a los grupos C.O.N.E.A.T 7.1, 7.2, 7.31, 7.32, 7.33, 7.41 y 7.42 (URUGUAY. MAP, 1979).

Los suelos de esta zona son los mas profundos del país (excepto los que constituyen los grupos C.O.N.E.A.T 7.1 y 7.2), los menos fértiles, con problemas de toxicidad de aluminio inclusive, y con muy bajo contenido de materia orgánica. (URUGUAY. MAP, 1979).

### 2.2.1 Suelos del orden desaturados lixiviados

Los suelos estudiados en este trabajo pertenecen al orden de los Suelos Desaturados Lixiviados.

Los suelos de este orden se formaron a partir de material geológico sedimentario, que consiste de areniscas devonianas y gondwanicas, o formaciones superficiales de edad pleistocénicas apoyadas sobre areniscas mas antiguas, en ciertos casos se han formado sobre limonitas neo-gondwanicas o sobre migmatitas y granito de zócalo cristalino (Durán, 1991).

La génesis de los suelos de este Orden se debe a procesos de lixiviación mecánica y química, e intensa meteorización de minerales primarios. La translocación de arcilla de horizontes superiores determina la formación de un horizonte argilúvico y la movilización asociada de materia orgánica y óxidos de hierro. En otros casos el fenómeno de hidromorfismo es responsable por la movilización de óxidos de hierro, y la aparición de moteados y concreciones de hierro en los horizontes B y C. en estos suelos es común que existan horizontes transicionales E debido seguramente a napas colgadas, aunque en suelos con buen drenaje también puede existir horizontes transicionales E sin saber bien cual es su origen (Durán, 1991).

La secuencia típica del perfil es A-Bt-C, con una profundidad dominante que va desde 1.5 a 2 metros, siendo así los suelos más profundos del país. El horizonte A tiene una profundidad que varía entre 40 y 100 cm, su color es pardo más o menos oscuro con tonalidades grisáceas o rojizas, y la textura es franco arenoso o más liviano. La parte inferior del horizonte A es decolorada, y la transición entre este y el B puede ser abrupta o clara, debiendo existir horizontes transicionales; mientras que el horizonte B puede ser rojo oscuro, pardo rojizo, pardo amarillento, pardo oscuro, o gris en profundidad con moteados rojos o amarillos, siendo su textura franco arcillo arenosa a arcillosa (Durán, 1991).

Estos suelos sufrieron una intensa lixiviación de bases y un fuerte proceso de acidificación en todo el perfil, con valores de pH en agua entre 4 y 5.5, así como un alto contenido de aluminio intercambiable sobre todo en horizontes inferiores producto de la acidificación. Los mismos presentan un horizonte B iluvial (horizonte argilúvico) desarrollado como resultado de la translocación de arcillas de horizontes eluviales superiores (URUGUAY. MAP, 1976).

Como resultado de la desaturación provocada por la lixiviación y las texturas livianas predominantes, el contenido de bases intercambiables es bajo, y la relación calcio: magnesio estrecha (URUGUAY. MAP, 1976). A su vez la pérdida de bases no logra ser compensada por la reposición de cationes a partir de la alteración de minerales primarios (Durán, 1991).

Los suelos de este orden tienen una alta liberación de óxido de hierro que imparten colores vivos al perfil, un bajo contenido de minerales alterables en las fracciones limo y arena, y presenta mayoritariamente minerales 1:1 en la fracción coloidal; todo esto demuestra que el grado de meteorización en los mismos es avanzado (URUGUAY. MAP, 1976).

El contenido de materia orgánica es bajo en la mayoría de los suelos del Orden y la distribución de la misma dentro del perfil se caracteriza por la presencia de dos máximos, uno en el horizonte superficial, y otro en la parte superior del horizonte argilúvico. La existencia de este segundo máximo se debe a la translocación desde horizontes superiores de humus asociado a la arcilla. Durán (1991) encontró un contenido promedio de 2% de materia orgánica en el horizonte A de 25 cm desarrollados sobre areniscas devonianas o gondwanicas, aunque con un elevado coeficiente de variación.

La capacidad de intercambio catiónico de la arcilla comprende valores que van desde 30 hasta 45  $\text{cmol kg}^{-1}$ , aunque puede haber perfiles con valores de 20 o 25  $\text{cmol kg}^{-1}$  (Durán, 1991).

El valor de saturación en bases de 35% a pH 8.2 en el horizonte argilúvico es el criterio utilizado para dividir al Orden en dos Grandes Grupos: Luvisoles y Acrisoles. Las diferencias entre los dos grupos son pues cuantitativas, y no de carácter cualitativo. Los Luvisoles son los suelos menos empobrecidos del Orden porque el

proceso de desaturación se dio principalmente en la parte superior del horizonte argilúvico, y no tanto en el resto del perfil (Durán, 1991).

La saturación en bases del horizonte argilúvico de los Luvisoles es media a baja, pero en la mayor parte del perfil es superior a 35% a pH 8.2; el contenido de aluminio varía de 5 a 35%; el color de horizonte puede ser pardo, pardo amarillento o rojizo; el contenido de materia orgánica es mayor al de los Acrisoles existiendo algunos horizontes melánicos o úmbricos; y la capacidad de intercambio catiónico de la arcilla oscila entre 25 y 40 cmol kg<sup>-1</sup> (URUGUAY. MAP, 1976).

Los Luvisoles tienen un horizonte argilúvico con una saturación en bases que puede ser mayor o menor a 50% a pH 7; cuando la saturación es mayor a 50%, tiene un contenido de aluminio intercambiable mayor a 5% en alguna parte del mismo horizonte; mientras que si la saturación en el horizonte argilúvico es menor a 50% a pH 7, puede darse una situación en la cual la saturación sea mayor a 35% a pH 8.2, o que la saturación sea menor a 35% a pH 8.2 en la parte superior del horizonte, pero sea superior a 35% en la base del mismo (URUGUAY. MAP, 1976).

Los Acrisoles tienen una saturación en bases en el horizonte argilúvico que es inferior a 35% a pH 8.2, y es aún más baja en horizontes inferiores; el contenido de aluminio intercambiable es mayor a 35% por la elevada acidez; el contenido de materia orgánica es muy bajo, y en muchos casos se encuentra un segundo máximo en el horizonte B; los colores son semejantes a los de los Luvisoles, pero existiendo también horizontes B y C rojos; y la capacidad de intercambio catiónico de la arcilla es menor a 25 cmol kg<sup>-1</sup> (URUGUAY. MAP, 1976).

### 2.3 IMPACTO DE LA COSECHA FORESTAL

El constante y significativo aumento del peso de los vehículos agrícolas y forestales registrados en las últimas décadas, preocupa por las consecuencias a largo plazo sobre la productividad de los suelos transitados, con implicancias en la conservación de los recursos naturales. Debido a esto, el potencial de daño a la productividad del sitio es grande en los bosques ya que ésta operación se repite en forma recurrente (Matthes et al., 1988).

El suelo es compactado cuando el sistema de fuerzas excede su resistencia. El sometimiento a esfuerzos de la matriz de ciertos suelos, tiene como efecto el cambio en la posición relativa de las partículas. También cambia la forma y el volumen de los poros entre las partículas, lo que influye sobre los flujos de agua y aire. Así, parte de la fuerza actuante en el suelo resulta en el desplazamiento de las partículas y parte en fluir agua y aire. Por lo tanto, la resistencia del suelo no depende solamente de las propiedades de las partículas y la estructura del suelo, sino también de los contenidos de agua y aire, y sus posibilidades de fluir por la matriz del suelo. Entonces como consecuencia de la compactación un suelo pierde parte de su capacidad de movilizar agua y aire. Esto genera problemas de funcionamiento que se refleja en el crecimiento de las plantas. También se da como consecuencia el impedimento mecánico para el

crecimiento de las raíces y raicillas. Es decir las raíces no pueden explorar todo el perfil, y se restringe el soporte físico de las plantas, al tener una arquitectura limitada en su expansión (Mac Donagh et al., 1996)

### 2.3.1 Compactación de suelo

Un suelo con óptimas condiciones para el desarrollo vegetal presenta una elevada estabilidad estructural, esto significa condiciones favorables para la entrada y movimiento del agua y aire en el perfil, buena transferencia de calor, y una alta capacidad de retención hídrica por parte del suelo. La no presencia de limitaciones para el desarrollo radical es también una consecuencia de un buen estado estructural.

En este sentido, Kay (1990) definió los siguientes indicadores de calidad estructural de un suelo: forma, estabilidad y resiliencia de la estructura edáfica.

-Forma estructural de un suelo: describe el ordenamiento heterogéneo de la fase sólida y el espacio poroso que existe en un suelo en un momento dado. Se relaciona estrechamente con aspectos morfológicos.

-La estabilidad de la estructura se refiere a la capacidad que posee un suelo para conservar el ordenamiento de sólidos y espacio poroso cuando está sujeto a diferentes disturbios externos.

-El concepto de resiliencia se refiere a la capacidad de un suelo determinado para recuperar sus atributos originales luego de un disturbio. (p. ej. pisoteo, labranzas, etc.)

Las causas más frecuentes de la compactación se pueden clasificar según Taboada y Alvarez (2008) en:

#### 1. Naturales

Estas causas naturales se producen sin la intervención del hombre en el ecosistema

a) compresión natural de las partículas del suelo durante los procesos de formación de los mismos.

b) contracción natural por los procesos de humedecimiento-secado del suelo..

#### 2. Inducidas

Estas causas son consecuencia directa de la intervención del hombre en el ecosistema

a) Pisoteo de animales.

b) Tránsito de maquinaria.

c) Acción del agua en esquemas de riego por aspersión o inundación.

Danfors (1994) atribuye el desarrollo de condiciones físicas desfavorables del suelo entre otros factores, al tránsito de vehículos asociado con las operaciones del cultivo, indicando al tipo de equipamiento, la presión en el área de contacto rueda - suelo, el número de pasadas, el tipo de suelo y la humedad del mismo, como las variables que inciden sobre la profundidad a la cual la densidad aparente y la resistencia a la penetración son incrementadas

### 2.3.1.1 Cuantificación de la compactación

La resistencia a la penetración es, junto con la porosidad, la variable más importante en los estudios sobre la compactación del suelo en relación con el enraizamiento (Barracough et al., 1991).

Las medidas de densidad aparente, macroporosidad y penetrabilidad son índices indirectos del estado estructural del suelo.

La medida de la resistencia a la penetración, se realiza con el instrumento denominado penetrómetro. Las medidas obtenidas con este se toman como índice de la resistencia mecánica que ofrece el suelo al crecimiento radicular, lo cual depende de la magnitud del espacio poroso grueso, y su rigidez, la que es afectada por el contenido de humedad del suelo. Sin embargo la resistencia del penetrómetro es mayor que la resistencia de las raíces. Alguna de las razones que explican esto es que el penetrómetro no puede variar de la línea de avance cuando hay un agregado resistente en el camino (Rucks et al., 2004).

El proceso de compactación modifica el estado de agregación del suelo y las interacciones entre sus fases sólida, líquida y gaseosa, debidas al incremento de la densidad aparente (DA) y de la resistencia mecánica del suelo (RM). Esto afecta la acumulación y el suministro de agua y de aire a través de la disminución de la porosidad, de la tasa de infiltración y de la capacidad de retención hídrica (Bayhan et al., 2002).

### 2.3.1.2 Densidad aparente

La densidad aparente es la relación que existe entre el peso seco (secado a 105°C) de una muestra de suelo, y el volumen que esa muestra ocupaba en el suelo.

El espacio poroso es el espacio del suelo no ocupado por sólidos, Dentro del espacio poroso se pueden distinguir macroporos y microporos. Los primeros no retienen el agua contra la fuerza de la gravedad, y por lo tanto son los responsables del drenaje y la aireación del suelo, constituyendo además, el principal espacio en el que se desarrollan las raíces. Los segundos son los que retienen agua, parte de la cual es disponible para las plantas. La porosidad total o espacio poroso del suelo, es la suma de macroporos y microporos. Las características del espacio poroso, dependen de la textura y la estructura del suelo.

En cuanto a la magnitud de la porosidad total, es mayor cuando en la textura dominan las fracciones finas que cuando dominan las gruesas. Los suelos arcillosos poseen más porosidad total que los arenosos. La porosidad, se expresa como el porcentaje del volumen del suelo ocupado por poros. O lo que es lo mismo, el porcentaje del volumen del suelo no ocupado por sólidos.

La porosidad total se determina directamente, en muestras de suelo imperturbadas, es decir tal como están en el campo, sin ninguna deformación que altere la ubicación de las partículas sólidas, y por lo tanto los espacios que dejan entre ellas (Rucks et al., 2004)

### 2.3.1.3 El Penetrómetro para medir el grado de compactación.

La penetrometría es una de las herramientas más utilizadas en estudios de la calidad física del suelo (Breune et al., 1996). La compactación del suelo implica alteraciones de varias características cuyas consecuencias en la producción de cultivos y en procesos degradativos del suelo son ampliamente conocidas (Soane y Van Ouwerkerk, 1994). El diseño de penetrómetros con captadores de fuerza y de distancia conectados a sistemas de adquisición de datos, permite conocer con gran rapidez la fuerza que opone el suelo a la entrada del instrumento.

Se ha señalado (Breune et al., 1996) que la principal ventaja de la penetrometría es la rapidez en la obtención de datos; esta característica le permite ser una herramienta de diagnóstico inicial sobre la condición física del suelo.

La resistencia del suelo medida por penetrómetro posee una dependencia compleja con los parámetros de suelo, pero la densidad aparente y la humedad parecen ser los factores más importantes que afectan a la resistencia a la penetración de los suelos (Patrizzi et al., 2003).

La resistencia mecánica a la penetración también es utilizada como variable que describe el estado físico del suelo en forma compleja, siendo un método rápido y preciso para determinar la compactación (Plá Sentis, 1993).

La resistencia mecánica a la penetración (RMP), es un indicador utilizado para caracterizar los efectos físicos adversos que ofrece el suelo al crecimiento y desarrollo de las raíces. El valor crítico de RMP que impide la elongación radical de los cultivos es muy discutido, variando entre 0,9 y 3 MPa (Eavis et al., 1969), aunque en general se asume el valor de 2 MPa, dependiendo del penetrómetro utilizado (Greacen 1986, Topp et al. 1994). Plá Sentis (1993) reportó valores limitantes para el desarrollo de raíces de 0.8 – 5.0 MPa.

La RMP depende de la textura, la densidad del suelo, la materia orgánica y el contenido hídrico del suelo (Jorajuría Collazo, 2004).

El contenido hídrico por debajo del cual las raíces no penetran en el suelo es tenido en cuenta cuando se intenta caracterizar el rango de contenidos hídricos no limitantes (intervalo hídrico óptimo), tomándose como límite inferior de dicho rango (Letey 1985, da Silva et al. 1994, Orellana et al. 1997).

Han existido esfuerzos para comprobar cual es la forma en que se comporta la RMP en función del contenido hídrico, hallándose relaciones lineares, potenciales, exponenciales, logarítmicas y polinómicas que fueron utilizadas para evaluar el efecto del uso y manejo agropecuario sobre el suelo (Tormena et al. 1999, Quiroga et al. 1999, Pozzolo et al. 2002).

Wilson et al. (2000); explican que a partir de la información obtenida a campo se pudo corroborar la fuerte relación que existe entre la RMP y  $\theta$ , maximizándose con el desecamiento del suelo. La ecuación que presentó mayor ajuste entre la RMP y  $\theta$  fue la potencial. En el perfil de suelo, las peores condiciones para el crecimiento y desarrollo de las raíces se observaron en las capas con mayores contenidos de arcillas.

### 2.3.2 Factores que determinan la compactación del suelo

La compactación es el aumento de la densidad del suelo como consecuencia de presiones aplicadas al mismo (Taboada et al., 2008).

Taylor y Gill (1984) dicen que compactación significa consolidar o reagrupar, por tanto compactación de suelos indica que alguna acción toma lugar sobre el suelo compactándolo.

De acuerdo con los conocimientos actuales los procesos de compactación del suelo son sumamente complejos. Para un suelo dado, la distribución de la compactación en el perfil es función de la carga aplicada, la presión ejercida por el rodado, el estado de humedad y la intensidad de tránsito recibida (Raper et al., 1990).

Marshall y Holmes (1988), definen compactación como el proceso por el cual un suelo no saturado es comprimido por una carga aplicada durante un lapso breve sin expulsión de agua. Por lo tanto, la resistencia del suelo no depende solamente de las propiedades de las partículas y la estructura del suelo, sino también de los contenidos de agua y aire, y sus posibilidades de fluir por la matriz del suelo (Beekman, 1987).

Shafer et al. (1980) señala que al considerar compactación deben incluirse cuatro fases:

1. La fuente del sistema de fuerzas que causa la compactación.
2. la propagación y distribución del "stress" dentro de la masa del suelo que es causada por el sistema de fuerzas.
3. La respuesta del suelo al "stress".
4. Las relaciones y consecuencias de la compactación resultantes para el sistema de cultivo (la planta, movimiento de fluidos y de gases, las actividades biológicas y químicas).

La susceptibilidad a la compactación depende de factores externos e internos del suelo. Los externos se relacionan con el tipo, intensidad, frecuencia y tiempo de

aplicación de una carga. Los internos con la distribución granulométrica, tipo de arcilla, contenido de materia orgánica, densidad aparente, agregación, contenido de humedad y propiedades mecánicas (Horn, 1988).

#### 2.3.2.1 Factores externos del suelo.

Bradford y Gupta (1986) dicen que la compactación del suelo es definida como el proceso que causa la alteración del volumen del suelo, resultante de la aplicación momentánea de una carga. Raghavan et al. (1976) dan una definición similar, el proceso de compactación es definido como un cambio de volumen para una masa de suelo dada.

Raper et al. (1994) analizaron diversas investigaciones y establecieron que la tensión de mayor impacto en el daño producido dentro del perfil sometido a compactación inducida por tránsito, es la que ocurre en sentido vertical.

Smith y Dickson (1990) analizaron diversos trabajos de investigación y demostraron que la presión de contacto influye sobre la compactación superficial. Sin embargo, la compactación del subsuelo, por debajo de 40 cm de profundidad, está directamente influenciada por el peso de los vehículos, en forma independiente de la presión de contacto rueda-suelo.

El tránsito del rodado en el terreno ha sido reconocido como la mayor fuente de fuerzas causantes de la compactación (Hatchell 1970, Gupta 1982, Taylor 1984, Burt 1984, Schafer et al. 1989).

Los perjuicios que causa la compactación se notan principalmente en los sectores donde circulan los vehículos. Como consecuencia de la misma, el escurrimiento superficial se incrementa y el crecimiento de los árboles es perjudicado (Rab, 1992).

Por su parte Burt et al. (1984), Koger et al. (1984) señalan que en la compactación originada por el tránsito de vehículos intervienen cuatro factores preponderantes:

1. la magnitud de la carga aplicada
2. la superficie de contacto rueda/suelo
3. tipo de suelo y
4. humedad del mismo.

Según Kobayashi (1994), cuando el peso de los troncos y la separación entre árboles no permite la utilización del sistema de acarreo por cable aéreo, el tránsito de tractores y acoplados causa los cambios más severos en la estructura del monte y del suelo.

Greacen y Sands (1980) evaluaron las causas y efectos de la compactación forestal, determinando que el arrastre de troncos afectó el suelo en una instancia hasta

una profundidad de 30 cm, mientras que en la vía de saca, el suelo resultó compactado hasta 50 cm de profundidad.

Las dificultades en la mecanización forestal son debidas a problemas técnicos, a las dimensiones e irregularidades de los productos forestales, y potenciadas por las pobres e irregulares condiciones del terreno (Beekman, 1987).

Otros de los factores de mayor influencia en la compactación es la carga dinámica que es transferida al suelo por los neumáticos del tractor. Esta variable es difícil de estimar en el campo. Una solución es trabajar directamente con el peso del tractor. Pero en el caso forestal esto es más peligroso, dado que el peso de la maquinaria y las cargas transmitidas al suelo son mayores (Koger et al., 1984).

Esta relación determina junto con las variaciones del terreno la denominada carga dinámica. Es importante remarcar lo referido al terreno forestal porque es bien diferente al terreno agrícola. Los frecuentes obstáculos (piedras, tocones, ramas, etc.) constituyen una importante fuente de vibraciones, que se transmiten al suelo (Koger et al., 1984).

Por otro lado, las velocidades de trabajo son mayores que para las labores de preparación del suelo en general, por ejemplo, el tractor articulado forestal (Skidder) transita a unos 15-20 km/h, y el tractor-cargador-transportador (Forwarder) a 20 km/h. Burger et al. (1985) encontraron que cada pasaje de Skidder aumentaba la compactación del suelo, sin embargo, los aumentos no eran proporcionales al número de pasadas.

El aumento en la capacidad de trabajo, la reducción de costos en jornales por operador, la mayor facilidad para encontrar la oportunidad de labor dentro del calendario agrícola, son frecuentemente citados como argumentos que justifican el crecimiento en tamaño de la maquinaria agrícola en la amplia mayoría de los sistemas reales de producción (Draghi et al., 1989).

Como contrapartida, el tránsito agrícola con tractores y máquinas de gran peso por eje trae aparejados problemas de compactación a nivel subsuperficial, con independencia que se haya logrado dotarlo de suficiente tamaño de rodado, u otro mecanismo motriz de alta flotación, que le permita el tránsito con baja presión superficial en el área de contacto rueda-suelo (Håkansson y Reeder, 1994b).

Las operaciones de cosecha forestal poseen como característica distintiva con respecto a otras, el pasaje repetido de los vehículos o conjuntos sobre un mismo sector. Dado que existen diferencias en relación a la posición del ramal en el área trabajada, se verifican diferentes intensidades de tránsito de acuerdo a la proximidad a los patios de acopio (Firth y Murphy, 1989).

Mac Donagh (1994) estimó un rango de intensidades de tránsito para distintos sectores del monte durante la cosecha forestal de 168 a 196 Mg km ha<sup>-1</sup>, en promedio de toda la plantación.

Estos valores pueden ser mayores, en la medida que se consideren solamente los lugares cercanos a los patios.

El tránsito repetido en una misma senda provoca daños en la estructura del suelo que causa reducciones en el rendimiento tanto en el primer año de producido el mismo, como así también decrecimiento en años posteriores (Håkansson y Reeder, 1994b).

Cuando el tránsito se realiza en condiciones de suelo húmedo, el resultado negativo se verá maximizado y la profundidad de la zona afectada será mayor (Voorhees et al., 1989).

Si bien la primera pasada suele considerarse como la que induce los mayores cambios, esto se restringe a condiciones de suelos sueltos, recién labrados (Taylor et al., 1982).

En cambio, cuando el suelo se encuentra consolidado el grado de compactación puede ser similar para las distintas pasadas (Sánchez Girón, 1996).

Botta et al. (2002) encontraron que la presión en la zona de contacto rueda/suelo puede influir en la compactación superficial, mientras que a una profundidad igual o mayor a 40 cm, el peso sobre el eje, independientemente de la presión sobre el suelo es responsable del proceso de compactación.

Håkansson (1994a) indicó también haber encontrado una fuerte y directa dependencia de la compactación en superficie con la presión en la interfaz rueda/suelo. En relación con lo expuesto, Jorajuría et al. (1997) propusieron dividir a la compactación inducida por tránsito agrícola en dos problemas diferentes, denominando compactación superficial, a la disminución del volumen de macroporos dentro del horizonte arable anualmente (Ap) y compactación subsuperficial, cuando la misma ocurre por debajo del Ap, por transmisión de las presiones que el rodado ejerce sobre el suelo.

Håkansson y Danfors (1981) recomendaron, para evitar problemas de compactación subsuperficial, limitar la carga por eje a 6 Mg mientras que Smith y Dickson (1990) concluyeron que es necesario reducir el peso total de los conjuntos tractor - apero, lo cual implica utilizar equipos más pequeños y, por lo tanto, aumentar el número de pasadas sobre cada hectárea de terreno a trabajar. En este sentido, Håkansson y Reeder (1994b) establecieron que la aplicación de límites a la carga por eje de los grandes tractores haría a los diseños más complicados, pues habría que incrementar el número de ejes y ruedas, como así también incrementar el número de pasajes de rueda sobre una superficie dada a trabajar. Esto último induciría, al menos,

mayor compactación a niveles superficiales, a menos que la presión superficial fuera sustancialmente reducida.

Håkansson et al. (1988) concluyeron que el riesgo de la compactación del subsuelo, es principalmente determinado por el peso de la rueda, aún cuando la presión de contacto fuese baja. Citaron además, ejemplos de compactaciones por debajo de los 40 cm, producidas por cargas sobre el eje mayores a 6 Mg. Además, establecieron que compactaciones por debajo de 50 cm de profundidad, producidas por cargas mayores a 10 Mg/eje, pueden perdurar por 7 años o más. Estos datos se corresponden con la recomendación de Håkansson y Danfors (1981) de limitar el peso de un eje simple a no más de 6 Mg, a los efectos de prevenir la compactación subsuperficial. En contraste con estos resultados, Aura (1983) determinó que aún con cargas sobre el eje de 3 Mg compactaron un suelo arcilloso por debajo de los 20 cm de capa arable, si las condiciones eran desfavorables.

Sánchez-Girón (1996), estableció relaciones entre la presión en el área de contacto rueda/suelo y el número de pasadas del equipo que permitan evitar un deterioro de las condiciones físicas del subsuelo, recomendando no superar una presión superficial de 80 kPa cuando durante el ciclo vegetativo del cultivo se efectúan entre 5 y 10 pasadas.

Chi et al. (1992) evaluaron diferentes medidas de neumáticos en un conjunto tractor acoplado. Encontraron que el menor peso del eje causó la menor compactación, independientemente que no existiesen variaciones en la presión de contacto rueda suelo. Por otra parte, la compactación del subsuelo aumentó con cada pasaje del conjunto tractor acoplado.

Van den Akker (1998) encontró que la inducción de compactación por tránsito con 32 kN en el eje puede mantenerse dentro del horizonte arable (Ap), utilizando rodados de mayor superficie de contacto rueda/suelo y una menor presión de inflado.

Al respecto, Gameda et al. (1985) comprobaron, que el tránsito con altos pesos por eje produce un aumento en la densidad aparente de los suelos, y que este efecto no puede revertirse completamente con una arada. Por otra parte, según Håkansson y Reeder (1994b), descompactar el suelo por debajo de la profundidad de arada normal es un problema cuya resolución, o al menos disminución, es siempre de alta honerosidad, generalmente complicado técnicamente por las altas demandas de potencia y equipos de labranza menos frecuentes y a veces imposible de resolver en términos económicamente viables. Si a esto se suma el hecho que todos los agentes naturales que favorecen la descompactación tales como: alternancia de ciclos de humedad-sequía, congelamiento- descongelmiento, actividad biológica, acumulación de materia orgánica y labranza, disminuyen su participación en la medida que descendemos en el perfil del suelo, se presenta entonces un problema acumulativo, que se incrementa o al menos se mantiene de un ciclo productivo al siguiente.

En relación con el pasaje repetido, de tractores de baja carga/eje, Jorajuría y Draghi (2000), concluyeron que el pasaje repetido sobre la misma senda puede emular e incluso reemplazar al factor peso sobre el eje, en la responsabilidad principal de inducir compactaciones en el subsuelo. Además, indicaron que la profundidad del horizonte del suelo que reacciona con un mayor incremento de la resistencia a la penetración tiende a hacerse más superficial, en la medida que aumenta el número de pasadas. Por otra parte, identificaron 10 pasadas como el número crítico de rodadas, en el cual se pierden las ventajas de transitar con un tractor liviano, como alternativa al trabajo de uno pesado con menor pasadas. En este mismo sentido, Botta et al. (2002) concluye que, en forma independiente del peso y de la superficie de contacto rueda suelo, el número de pasadas reiteradas en una misma senda inducen compactación subsuperficial del suelo.

Gameda et al. (1987) determinaron que el pasaje repetido año tras año sobre la misma senda incrementa el grado de compactación y la profundidad de la capa compactada.

Jorajuría et al. (1997) aplicaron diferentes intensidades de tránsito sobre un suelo con pastizales naturales concluyendo que la profundidad a la cual la variable peso manifiesta la mayor compactación guarda una relación inversa con el número de pasadas del tractor.

Además, la misma compactación en las capas más profundas pudo alcanzarse con varios pasajes de un tractor liviano o con pocas pasadas de uno pesado.

El pasaje repetido de vehículos con baja carga por eje, incrementa el índice de cono subsuperficialmente, cuando la condición del suelo a nivel superficial favorece los procesos de compactación. Cuando se incrementa la intensidad de tránsito por aumentos del número de pasajes, aumenta el grado de compactación y la profundidad de la capa compactada en forma independiente de la carga sobre el rodado (Balbuena et al., 2000).

Seixas (2000) afirma que los efectos del contenido de agua cambian con las características de los suelos y la resistencia de compactación aplicada sobre este. Si el contenido de agua aumenta, la resistencia a la compactación se reduce debido a la mayor lubricación entre las partículas del suelo.

#### 2.3.2.2 Factores internos del suelo.

La compactación es el aumento de la densidad del suelo en función de agrupamiento de partículas primarias (arcilla, arena y limo). Cuando el suelo es sometido a un esfuerzo de corte y, o, presión, hay reducción en el espacio poroso, aumentando su densidad. Por lo general, los suelos formados por pequeñas partículas de diferentes tamaños son más fácilmente compactados, porque las partículas de los

pequeños puede ser acomodadas en los espacios entre las partículas más grandes, formando capas de impedimento de baja macroporosidad (Camargo, 1983).

Las presiones aplicadas sobre un suelo que exceden a su preconsolidación inducen a cambios químicos, físicos y biológicos (Hartge y Acornea, 1999). Las propiedades estructurales y mecánicas de los suelos volcánicos están muy ligadas al manejo y uso del suelo. Las propiedades estructurales modifican el balance hídrico y alteran el desarrollo radical y por ende influyen en el crecimiento vegetal (Ellies y Ramírez, 1994).

El suelo es compactado cuando el sistema de fuerzas excede las resistencias del mismo (Shafer et al., 1989). El sometimiento a esfuerzos de la matriz de ciertos suelos tiene como efecto el cambio en la posición relativa de las partículas. También cambia la forma, y el volumen de los poros entre las partículas, lo que influye sobre los flujos de agua y aire. Por lo tanto la resistencia del suelo no depende solamente de las propiedades de las partículas y su estructura, si no también de los contenidos de agua, y aire y sus posibilidades de fluir por la matriz del suelo (Roloff 1986, Beekman 1987).

La compactación de los suelos se produce por la reorientación de las partículas o por la distorsión de las partículas y sus capas absorbidas. En un suelo no cohesivo la compactación ocurre mayormente por la reorientación de los granos para formar una estructura más densa. La presión estática no es muy efectiva en este proceso porque los granos se acuñan unos contra otros y resisten el movimiento (Badillo y Rodríguez, 2002).

Si los granos se pueden liberar momentáneamente, las presiones, aun las ligeras, son efectivas para forzarlos a formar una distribución mas compacta. El agua que fluye también reduce el rozamiento entre las partículas y hace mas fácil la compactación, sin embargo el agua en los poros también impide que las partículas tomen una distribución mas compacta. Por esta razón la corriente de agua sólo se usa para ayudar a la compactación, cuando el suelo es de granos tan gruesos que el agua abandona los poros o huecos rápidamente (Badillo y Rodríguez, 2002).

En los suelos cohesivos la compactación se produce por la reorientación y por la distorsión de los granos y sus capas absorbidas. Esto se logra por una fuerza que sea lo suficientemente grande para vencer la resistencia de cohesión por las fuerzas entre las partículas (Badillo y Rodríguez, 2002).

Se han compactado arenas muy sueltas simplemente anegándolas con agua y permitiendo la filtración de esa agua a través de la masa; el agua arrastra los granos finos, depositándolos en los huecos entre los más gruesos, aumentando así la compacidad general del manto. A veces el efecto se ha acelerado empleando agua a presión. Desde luego este procedimiento sencillo y económico es mucho menos eficiente que los antes descritos (Badillo y Rodríguez, 2002).

Los suelos con características ándicas de Neuquén presentan propiedades únicas y comunes, entre las que se destacan una baja densidad aparente, alta porosidad total y bajo volumen de sólidos, acompañados por dos características que raramente se encuentran juntas: alta retención hídrica y alta permeabilidad (Maeda et al. 1977, Colmet Daage et al. 1988, Shoji et al. 1993, Broquen et al. 2000). Cuando se compactan, el contenido óptimo de agua para alcanzar la máxima densidad aparente es relativamente alto y los valores de densidad máxima son bajos –entre 0.8 y 1.3 mg m<sup>-3</sup> – en relación a los suelos que contienen arcillas cristalinas (Maeda et al., 1977).

Según Gayoso e Iroumé (1993), Ellies et al. (1993b) suelos ándicos de Chile mostraron menor compactación frente a la incidencia de la cosecha forestal que otros suelos, presentándose el mayor cambio en los estratos superficiales y con altos contenidos de humedad.

Candan et al. (2002) investigando la RP de suelos ándicos en dos sitios encontró que la RP fue menor en el suelo con uso forestal que con uso pastoril, lo que significa que el sistema bosque implantado generaría un mayor mullimiento del suelo respecto a la vegetación nativa con uso pastoril, encontrándose valores de RP por debajo de 2 MPa, valor crítico para el crecimiento de las raíces. Las sucesivas pasadas del tractor no determinaron un incremento de la RP, encontrándose valores similares o por debajo de los correspondientes al determinado para la situación testigo. Los resultados obtenidos son de difícil explicación, dado que estos suelos muestran un comportamiento aparentemente contradictorio, con el paso de la maquinaria tienden a aflojarse en vez de compactarse. Al haberse realizado las determinaciones de RP y el muestreo de DA para cada suelo en el mismo momento, los resultados no pueden atribuirse a diferentes contenidos de humedad. Según Maeda et al. (1977), este tipo de suelos en condiciones de campo no llegan al contenido óptimo de agua necesario para alcanzar la máxima densidad aparente y por otra parte, muestra la curva típica de compactación una vez que se secan. Maeda et al. (1977) encontró el valor crítico para la máxima compactación a una succión de 15 bares. Takenajka y Yasutomi (1965) plantean que en los suelos ándicos, los cambios por remoldeo pueden llegar a un ablandamiento o a un endurecimiento. El caso del ablandamiento ocurriría cuando las unidades estructurales se separan o se rompen exponiendo nuevas superficies. Según el citado autor, es usual que en suelos de cenizas volcánicas ocurra el ablandamiento. Es probable que un proceso similar haya ocurrido en los casos en estudio producto del paso de maquinaria a contenidos de humedad probablemente muy por encima de los valores necesarios para que ocurra una densificación de los mismos. Aunque no ocurrió un incremento de la resistencia a la penetración del suelo con las sucesivas pasadas del tractor, se notó la ruptura de la cobertura vegetal con formación de huellas notables con un ancho aproximado de 30 cm y una profundidad de 10 cm, el suelo estaba suelto y acumulado irregularmente hacia los lados, lo que podría incrementar el riesgo de erosión hídrica y eólica.

Ellies y Funes (1982) plantean que la estabilidad de los suelos derivados de cenizas volcánicas se asocia a la rugosidad y forma aristada de sus microagregados y componentes primarios como el vidrio.

Meek (1996) estableció que en suelos arcillosos, serían mayores los riesgos de compactar el subsuelo y mayor sería también la persistencia del daño. En estos suelos, con porcentajes de arcilla entre el 6 y el 85 %, la compactación en el subsuelo inducida por el pasaje con altas cargas por eje era medible entre 3 y 11 años después del tránsito (Gameda et al. 1987, Logdson et al. 1992).

Alakukku (1997) concluyó que, en condiciones de elevada humedad, el tráfico debiera reducirse al mínimo indispensable y los vehículos debieran portar ruedas que les permitieran limitar su presión de inflado a una máxima de 50 kPa. En tal sentido, Meek (1996) estableció que en suelos arcillosos son mayores los riesgos de compactar el subsuelo a niveles que limiten la producción agrícola, como mayor será también la persistencia del daño realizado. Alakukku (1996) determinó que la compactación inducida por el tráfico vehicular persistía entre 3 y 11 años, en suelos con porcentajes de arcilla entre el 6% y el 85%, cuando el mismo fue transitado con altas cargas sobre el eje.

En definitiva el control de la compactación en los suelos en producción forestal implica:

1. disminuir el daño a la estructura del suelo
2. disminuir los costos de implantación del futuro monte
3. favorecer una mayor difusión del agua y gases en el suelo
4. mantener una mayor diversidad de los organismos del suelo.
5. desarrollar un ambiente sustentable a mediano y largo plazo de la forestación

### 2.3.2.3 Efectos de los factores Internos sobre el desarrollo vegetal

La compactación incide en forma directa e indirecta sobre el desarrollo de los cultivos. El abastecimiento de agua y nutrientes, por parte del vegetal, se verán afectados con el aumento de densidad del suelo, disminuyendo la infiltración y por lo tanto la acumulación de agua en el perfil, también se verá afectada por este fenómeno.

Las rotaciones de cultivos y los sistemas de labranzas inciden sobre la estabilidad estructural, factor determinante de una adecuada distribución de la porosidad que influye en el perfil de humedad y el correcto intercambio gaseoso, los cuales posibilitan que las raíces exploren el suelo para proveer a la parte aérea de los nutrientes y agua necesarios para el desarrollo.

La resistencia a la penetración es otro indicador de los efectos de los sistemas de labranzas sobre el suelo, el cual trata de simular lo que sería la resistencia que ofrece el suelo para la penetración de las raíces (Venialgo et al., 2002).

Los Andisoles se caracterizan por una abundante macroporosidad. La compactación de estos suelos por lo general no genera problemas, porque el espacio del poroso remanente después de una compactación, permite aún un adecuado

crecimiento vegetal. Sin embargo, la destrucción de los agregados producido por un exceso de laboreo, acentúa las sequías estivales y el largo del periodo de saturación durante el invierno (Ellies y Ramírez, 1994).

La disminución de la velocidad de infiltración aumenta los caudales de escorrentía y por lo tanto agudiza los problemas erosivos (Taboada et al., 2008).

Dias Junior y Pierce (1996) consideraron que las operaciones mecanizadas utilizadas en la cosecha causan perjuicios en el desarrollo de las plantas, ya que probablemente no hubo un control estricto del contenido de agua del suelo y la capacidad de soportar carga permanente en el momento de operaciones. Para estos autores, el contenido de agua cuando el suelo se compacta tiene una gran influencia en la reducción y redistribución de espacio poroso. Los suelos con bajos niveles de agua tienen una mayor resistencia a la compactación.

Dos parámetros utilizados frecuentemente para cuantificar la compactación del suelo son la resistencia a la penetración y la densidad aparente. Con relación al primero de ellos, Yasin et al. (1993), establecieron una relación lineal entre el índice de cono y el contenido de humedad. Según Threadgill (1982), valores de resistencia a la penetración superiores a 1.5 MPa implican reducciones en el crecimiento radicular, en tanto que valores de 2.1, 2.5 MPa actúan como limitante del mismo. En cuanto a la densidad aparente, Sands et al. (1979), encontraron que incrementos de 1.35 a 1.48 Mg m<sup>-3</sup> produjeron reducciones del 10 al 17% en el rendimiento mientras que valores de 1.6 Mg m<sup>-3</sup> determinaban una reducción del 50% en el rendimiento de plantaciones de pino en suelos arenosos.

En cuanto a los efectos de la compactación superficial sobre la implantación de cultivos, Hadas y Stibbe (1977) indicaron que bajos niveles de emergencia se producen en condiciones de suelo muy seco, muy húmedo o muy duro y, en general, el proceso de germinación es más rápido y completo con densidades aparentes de 1,2 Mg o menores y con valores de resistencia a la penetración menores de 1,4 MPa.

Según Nasr y Seles (1995), la densidad aparente afecta la emergencia principalmente por cambios en el volumen y continuidad de los poros en la cama de siembra.

Estudios experimentales han demostrado también que la germinación, la elongación de las raíces, la elongación del coleóptile y la emergencia del trigo pueden ser afectadas con estrés en la interfaz mayores a 3, 2,3, 1,7 y 0,8 MPa, respectivamente (Collis-George y Yoganathan, 1985).

En relación con los efectos adversos de inadecuadas condiciones físicas del suelo, para el desarrollo del sistema radicular, Threadgill (1982) indicó que registros de 2 a 2,5 MPa son capaces de detener el mismo.

Carter (1988) mencionó también que valores de 1,5 MPa pueden reducir el crecimiento de las raíces. En relación con la densidad aparente, Vehimeyer y Hendrickson (1948) determinaron que valores de 1,46 Mg.m constituyen el umbral crítico para el desarrollo radicular de gramíneas, mientras que Daddow y Warrington (1984) establecieron que 1,65 Mg.m<sup>-3</sup> es el umbral de crecimiento radical.

Firth y Murphy (1989) para *Pinus radiata* hallaron que la altura, el diámetro, y la forma de los árboles que crecían al costado del camino fue marcadamente inferior con respecto a los árboles del interior del rodal. Haciendo la misma comparación, ellos establecieron que los árboles en la vía de saca fueron en media un metro más bajos (10%), 2cm mas pequeños(13%) en diámetro (DAP), y 33% menores en volumen.

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 AREA DE ESTUDIO Y MUESTREO

Esta tesis consistió en un estudio observacional donde el diseño de muestreo consistió en la toma de muestras de contenido de humedad, densidad aparente y resistencia mecánica a la penetración.

El muestreo utilizado fue del tipo estratificado, donde se seleccionaron tres sitios o suelos diferentes y dos posiciones en el paisaje (que fueron los estratos) dentro de cada sitio, excepto en el sitio 7.42 que es una zona plana.

Estos tres suelos están ubicados en el departamento de Rivera (ver Figura 1), y consisten en plantaciones de *Pinus taeda* de 10 años de edad, a los que se le han realizado distintos tratamientos silvícolas. Todos pertenecientes a la empresa COLONVADE SA.

Figura 1. Ubicación y Características generales de los Sitios

Región	Sub-Región	Estancia Forestal	Grupo de Suelo CONEAT	Posición Topográfica
Rivera	Cuñapirú	Gaire	7.2	MEDIA
			7.31	MEDIA-ALTA
				ALTA
	Cuañapirú	Francesita	7.42	MEDIA
				PLANO

Cada suelo fue considerado como un sitio diferente debido a que se los clasificó previamente como Acrisoles los suelos 7.2 (Acrisol Umbrico Típico) y 7.31 (Acrisol Umbrico Abrúptico) y en Luvisoles los suelos 7.42 (Luvisol Melánico Típico), (ver Anexo 9.1: Descripción de Suelos).

En cada uno de estos y en cada posición topográfica respectivamente se estableció una zona de muestreo. Los criterios de elección de la zona de muestreo fueron que se mantengan condiciones similares en cada muestreo, como fue el suelo, pendiente y cobertura vegetal.

Cada zona de muestreo seleccionada corresponde a la entrefila de plantación la cual es utilizada como vía de tránsito de maquinaria para la extracción de madera.

Para obtener diferencias en el contenido de humedad en el suelo, se realizaron estos muestreos distribuidos temporalmente, a pesar de que el régimen de lluvias en el país es isohigro a lo largo del año, la demanda atmosférica determina mayores o menores contenidos de humedad. Con la finalidad de obtener altos contenidos de humedad se realizó un muestreo en invierno, por la baja demanda atmosférica en

comparación con el resto del año para contrastar con este muestreo se realizó otro muestreo en verano cuando el suelo presentaba déficit hídricos importantes, y por último buscando datos intermedios se realizó un muestreo en primavera. Las mediciones correspondientes a bajos contenidos de humedad (HB) se realizaron entre el 20 y 22 de diciembre de 2005, las correspondientes a altos contenidos de humedad (HA) se realizaron entre el 29 y 31 de octubre de 2007, y las mediciones correspondientes a contenidos de humedad medios (HM) se realizaron entre el 28 y 29 de noviembre del 2006. La metodología de trabajo consistió realizar en cada posición topográfica dos tratamientos, uno es un muestreo previo al pasaje de la maquinaria y el otro fue posterior al pasaje de la maquinaria. Adicionalmente para el sitio 7.42 se realizó una medición extra después de cinco pasadas de la maquinaria solamente a los efectos de registrar el efecto mayor en compactación.

La maquinaria utilizada para el estudio consistió en un tractor agrícola VALMET 985 adaptado a una zorra con garra marca TMO, tirando una zorra forestal con media carga de rolos de 2.4m secos de pino. El peso total asciende a 12 toneladas. Las dimensiones de las ruedas delanteras del tractor son 14.9-13-24 y las traseras son 18-4-34, la presión de inflado para las cuatro ruedas fueron de 30 libras(lb) y 40 lb respectivamente. La zorra TMO presentaba ruedas forestales de dimensiones 500/60-225, con una presión de inflado sin agua de 35 lb. La velocidad a la cual se hizo circular fue de 5 km/h.

## 3.2 TOMA DE MUESTRAS Y ANALISIS DE LABORATORIO

### 3.2.1 Propiedades físicas

Para la determinación de las propiedades físicas en cada uno de los sitios y su respectiva posición topográfica se realizaron dos repeticiones por tratamiento.

Previo al pasaje de la máquina, se tomaron muestras imperturbadas de suelo utilizando el Método Gravimétrico, para determinar densidad aparente (Dap) en el horizonte A (a 5 cm de profundidad), estas muestras se extrajeron con un muestreador, el cual consiste en un cilindro hueco que lleva en su interior dos cilindros de volumen conocido; uno para absorber el esfuerzo de penetración, y el otro es el que extrae la muestra. El dispositivo penetra el suelo mediante golpes con una masa en su parte superior. Para extraer las muestras se usaron aros de 68.5 cm<sup>3</sup> de volumen. .

Se determinó el porcentaje de agua volumétrica (%HV) de muestras de entre 0 y 15cm de suelo, por tratamiento. Con TDR en la primer fecha y gravimétrico en la segunda. Se calibró el TDR con el método gravimétrico teniendo en cuenta la densidad aparente del perfil.

La densidad aparente (Dap), se determinó por el cociente del peso de la muestra secada a 105°C en estufa hasta peso constante sobre el volumen del cilindro que contiene la muestra (Black, 1965).

Se determinó el contenido de agua en peso (%HP) en el suelo a partir del muestreo a las profundidades de 0-15, de 15-30, 30-50 y de 50-70 cm con taladro (se sacaron 3 repeticiones por sitio \* posición topográfica).

Para obtener el contenido de agua en volumen (%HV), se tomaron muestras imperturbadas hasta 70cm (con la misma metodología utilizada para 0-15) con lo que se determinó la densidad aparente en cada una de las profundidades antes mencionadas. Se obtuvo la HV% para ambos casos a partir de multiplicar el %HP y la Dap.

Para determinar la resistencia mecánica a la penetración (RMP) se realizaron medidas con penetrómetro a través de una grilla de determinaciones cada 2cm hasta una profundidad de 50cm, que se acompañan en el análisis en cada punto con las del contenido de agua hasta 70 cm. Se utilizó un penetrómetro digital en dos oportunidades el cual va almacenando los kilo pascales (Kpa) de fuerza requerida para introducir la varilla, a medida que se lo introduce al suelo; posteriormente esta información se descargó a un procesador.

En otra oportunidad se utilizó un penetrómetro a golpes; este consiste en una varilla que se introduce al suelo a medida que una masa de 3kg con un recorrido constante va haciendo impacto. Para estandarizar los datos obtenidos de ambos penetrómetros de modo de poder compararlos, se utilizó la fórmula citada por Mora Gutiérrez et al.(2001) :

$$P \text{ (Kg./m}^2\text{s)} = \text{número de golpes} \times \text{Peso de la masa de cada impacto (Kg.)} \times \text{gravedad (m/s}^2\text{)} \times \text{distancia de caída de la pesa (m), todo esto dividido por: área o superficie de la punta del cono (m}^2\text{)} \times \text{distancia de la penetración del cono (m).}$$

Se utilizó el Rugosímetro con el objetivo de tener una perspectiva del relieve en la entrefila. La metodología utilizada consistió en obtener las muestras de una entrefila testigo (tratamiento previo) y de una entrefila donde había pasado la maquinaria. Las muestras se tomaron en las tres Fechas, en todos los sitios, con dos repeticiones en cada posición topográfica. Para cada muestra se colocaron dos mesas niveladas, cada una se colocaba a la izquierda y derecha tomando como centro la línea media del tractor, quedando así un ancho de trabajo de 3.50m. El cero de medición siempre fue el lado alto de la ladera. Este diseño permitió observar gráficamente donde pasa el centro de las ruedas de la maquinaria, las cuales corresponden en el eje de las abscisas a 0.65 y 2.85 metros, en las gráficas de rugosímetro que se muestran en los capítulos siguientes.

Luego del pasaje de maquinaria se repitieron las determinaciones pre-tratamiento, anteriormente descritas. Para la medida con penetrógrafo se tuvo cuidado que existieran determinaciones en las huellas y fuera de ellas, individualizando las mismas.

### 3.3 ANALISIS ESTADISTICO

Para estudiar el efecto del tratamiento de el momento de medición (previo posterior), de la fecha, del sitio y de la posición topográfica sobre las variables densidad aparente (DAP), rugosidad del terreno, resistencia mecánica a la penetración (RMP), humedad en volumen (%HV), se ajustaron medias lineales generales, donde se consideraron los efectos principales y sus interacciones.

El efecto posición topográfica se tomó como anidado ya que se consideraron diferentes posiciones solo en un sitio.

Para aquellas variables en que se midieron a mas de una profundidad se considero también este efecto dichas variables fueron resistencia mecánica a la penetración (RMP), humedad en volumen (%HV) hasta 70 cm.

Las medias de los efectos significativos fueron comparados usando el test de Tukey.

Se establecieron diferencias entre las medias de las variables con un 95% de confianza.

Se usó el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS versión 9.1.3 (SAS Institute, Cary, NC, 2006)

Las hipótesis generales a testear fueron:

- a) Si existían diferencias en las propiedades evaluadas luego del pasaje de la maquinaria forestal con respecto al tratamiento testigo (previo).
- b) Si las diferencias de las propiedades evaluadas son debidas al efecto fecha, sitio, posición topográfica, y/o tratamiento.

A continuación se presentan las referencias utilizadas a lo largo del trabajo, ordenadas en función de como integran el modelo estadístico:

#### Factores de Tratamiento:

Tratamiento previo  
Tratamiento posterior

#### Factores de Control:

HB: humedad baja  
HM: humedad media  
HA: humedad alta  
Dap: densidad aparente  
RMP: resistencia mecánica a la penetración

HV%: porcentaje de humedad volumétrica  
LA: ladera alta  
LM: ladera media  
LMA: ladera media alta  
LMB: ladera media baja  
P: plano

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 FECHA DE BAJA HUMEDAD (HB)

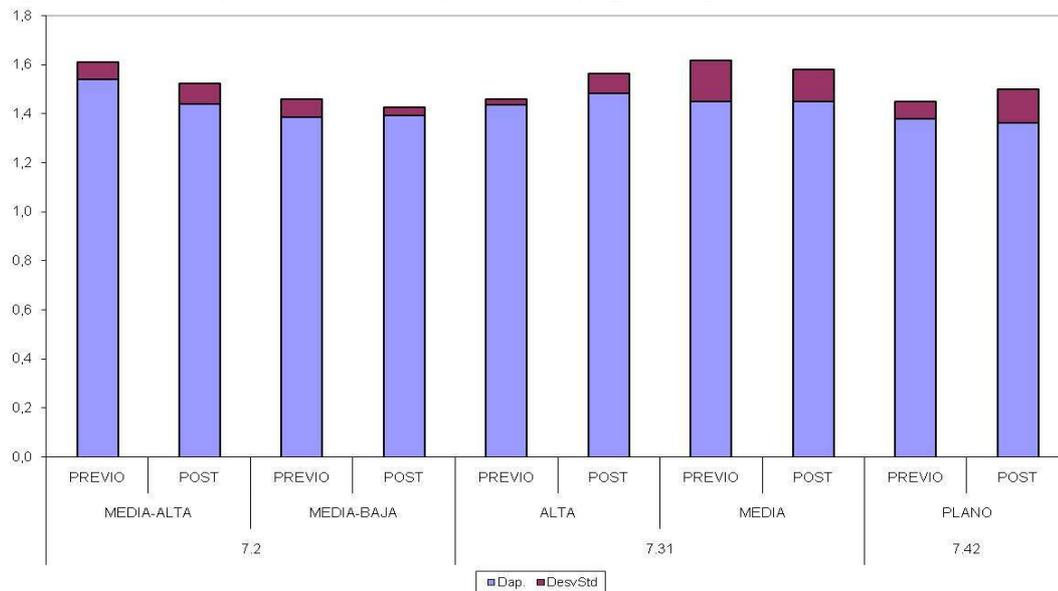
#### 4.1.1 Densidad aparente (Dap) en los primeros 5cm

A continuación se presentan los resúmenes de medias de la variable Dap.

Cuadro 1. Dap. para cada suelo, posición topográfica y tratamiento.

SITIO	POSICIÓN TOPOGRÁFICA	TRATAMIENTO	Dap
7.2	MEDIA-ALTA	PREVIO	1,54
		POST	1,44
	MEDIA-BAJA	PREVIO	1,39
		POST	1,39
7.31	ALTA	PREVIO	1,44
		POST	1,48
	MEDIA	PREVIO	1,45
		POST	1,45
7.42	PLANO	PREVIO	1,38
		POST	1,36

Figura 2. Dap para cada suelo, posición topográfica y tratamiento

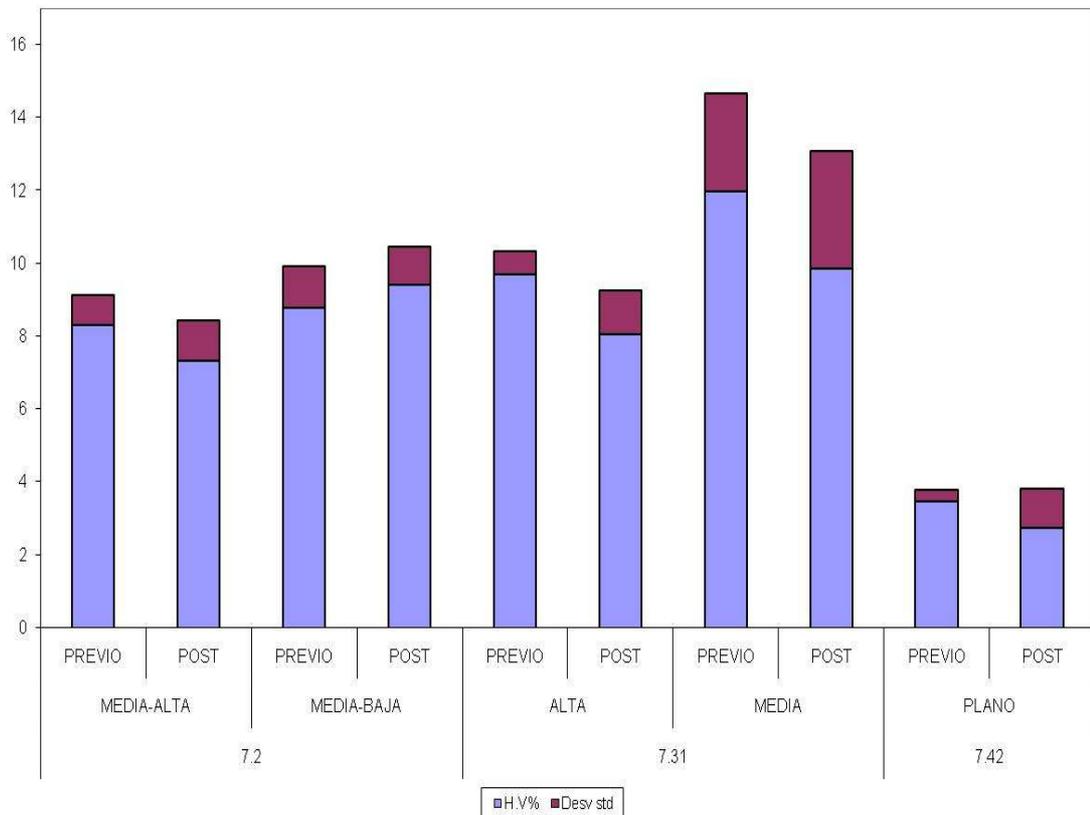


#### 4.1.2 %HV para los primeros 15cm

Cuadro 2. %HV para cada suelo, posición topográfica y tratamiento.

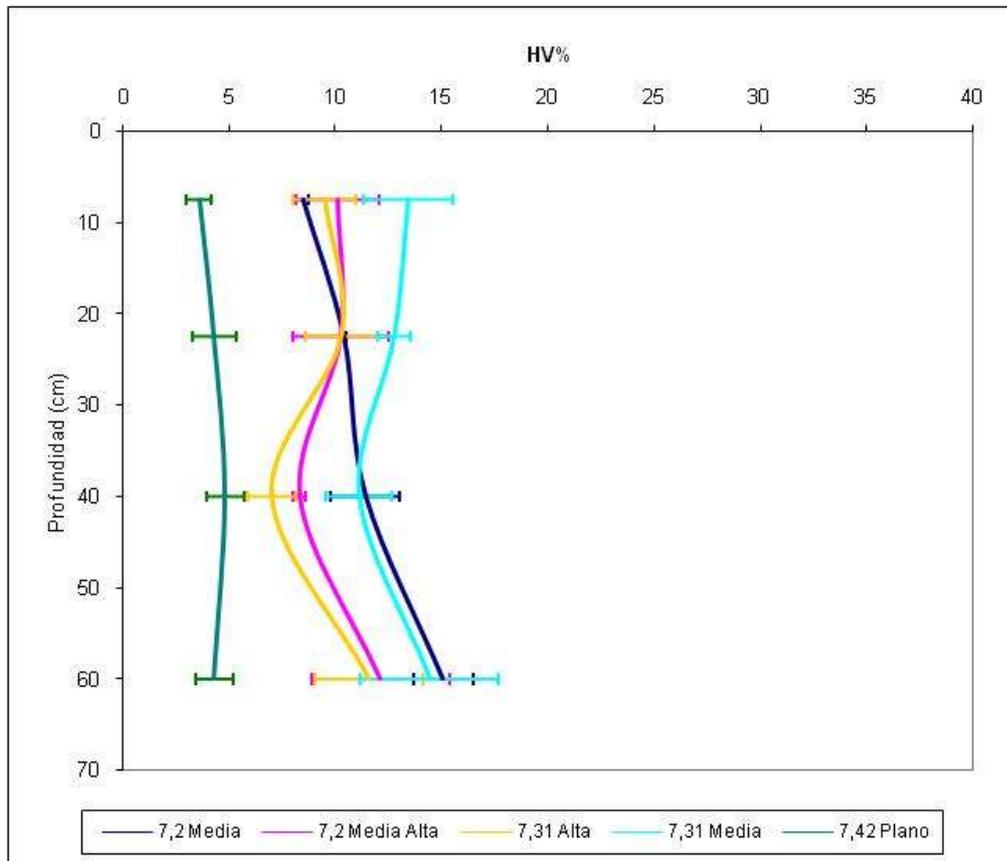
SITIO	POSICIÓN	TRATAMIENTO	HV%
7.2	MEDIA-ALTA	PREVIO	8,3
		POST	7,3
	MEDIA-BAJA	PREVIO	8,8
		POST	9,4
7.31	ALTA	PREVIO	9,7
		POST	8,1
	MEDIA	PREVIO	12,0
		POST	9,9
7.42	PLANO	PREVIO	3,5
		POST	2,8

Figura 3. %HV para cada suelo, posición topográfica y tratamiento



4.1.3 Humedad en volumen en porcentaje (HV%) para los primeros 70 cm de suelo.

Figura 4. %HV hasta 70 cm para cada suelo, posición topográfica y tratamiento.



4.1.3.1 Analisis SAS de la variable %HV para los primeros 70cm de suelo

Cuadro 3. Diferencias de medias de %HV para el efecto Sitio en HB.

FECHA	SITIO	MEDIA	ERROR STD.	LETRA
HB	7.31	11,25	0,65	A
HB	7.2	10,78	0,71	A
HB	7.42	4,26	1,00	B

#### 4.1.4 Resistencia mecánica a la penetración (RMP)

A continuación se presenta graficamente como se comportó la variable RMP (Kpa) en profundidad, y se contrapone la evolución de HV% para las mismas condiciones.

5.

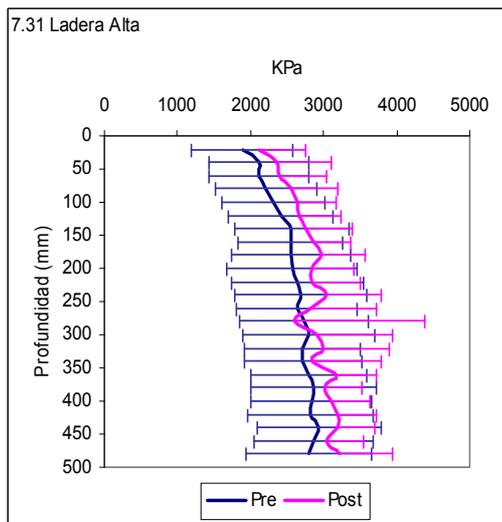


Figura 5. RMP pre y pos-Trat. en KPa, de los primeros 50 cm de suelo en 7.31 LA.

6.

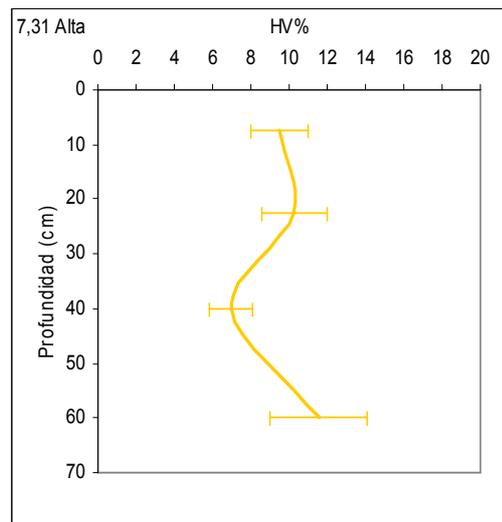


Figura 6. HV% para los primeros 70 cm de profundidad para 7.31 LA.

7.

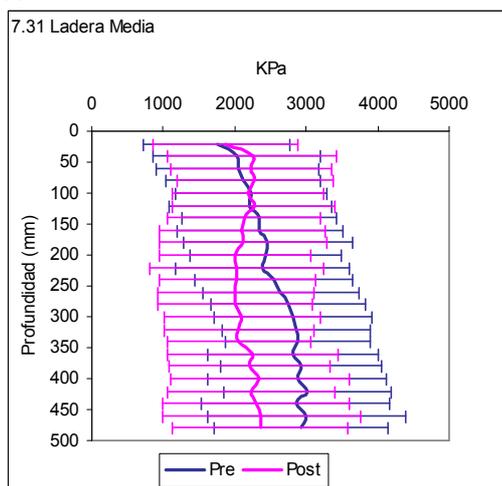


Figura 7. RMP pre y pos-Trat. en KPa de los primeros 50 cm de suelo en 7.31 LM.

8.

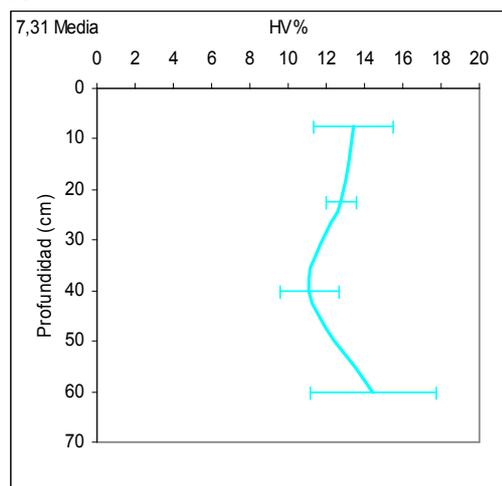
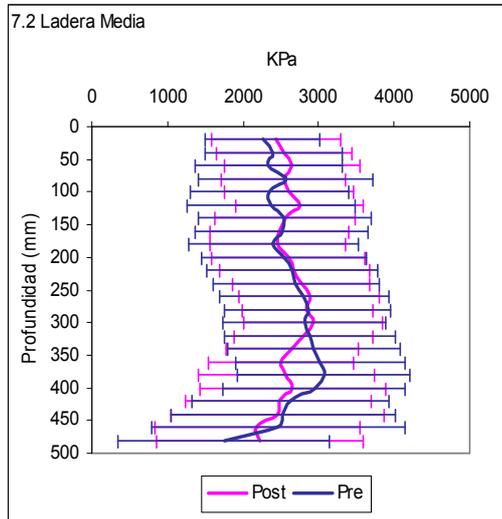


Figura 8. HV% para los primeros 70 cm de profundidad para 7.31 LM.

9.



10.

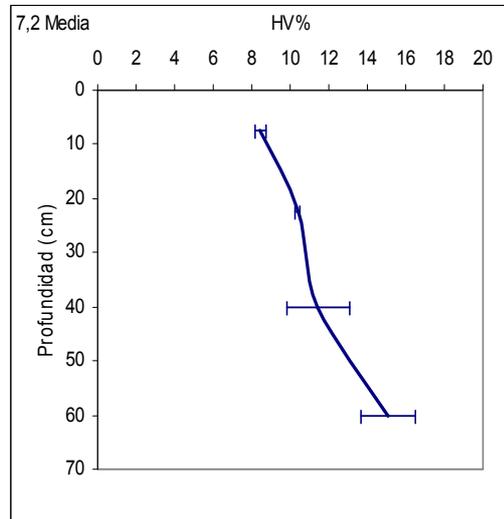
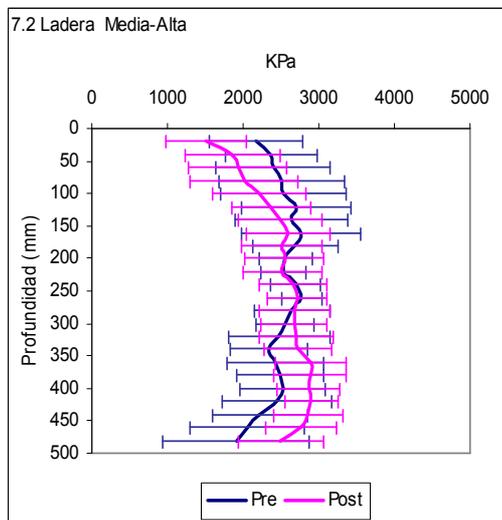


Figura 9. RMP pre y pos-Trat. en KPa, de los primeros 50 cm de suelo en 7.2 LM.  
Figura 10. HV% para los primeros 70 cm de profundidad para 7.2 LM.

11.



12.

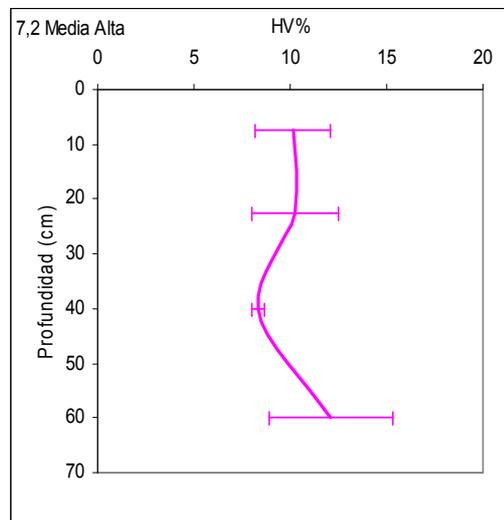
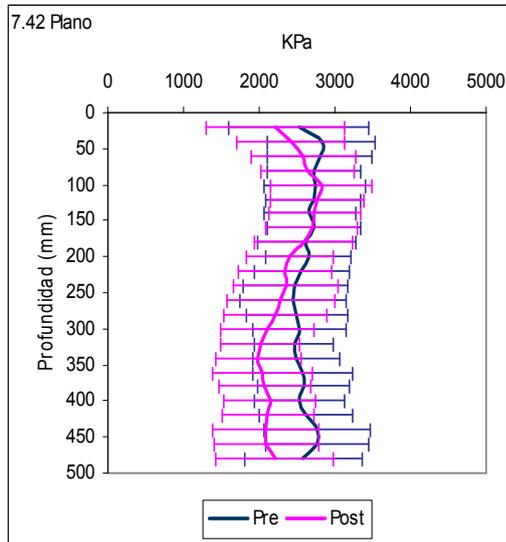


Figura 11. RMP pre y pos-Trat. en KPa de los primeros 50 cm de suelo en 7.2 LMA.  
Figura 12. HV% para los primeros 70 cm de profundidad para 7.2, LMA.

13.



14.

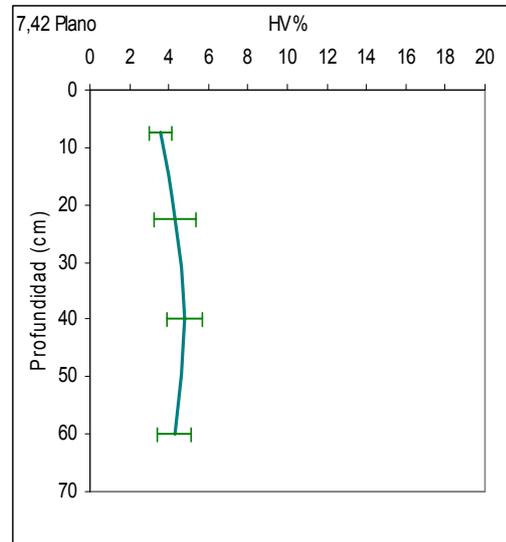
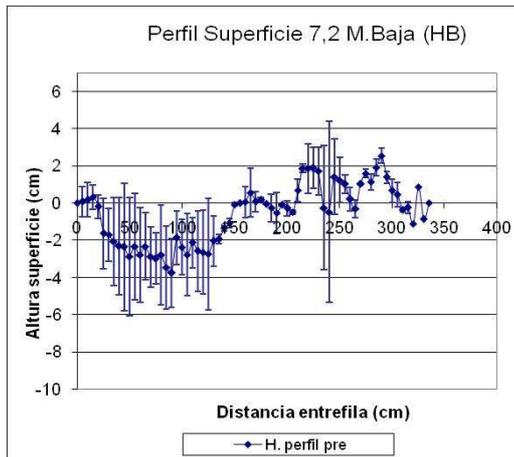


Figura 13. RMP pre y pos-Trat. en KPa, de los primeros 50 cm de suelo en 7.42 P.  
Figura 14. HV% para los primeros 70 cm de profundidad para 7.42 P.

#### 4.1.5 Rugosímetro

15.



16.

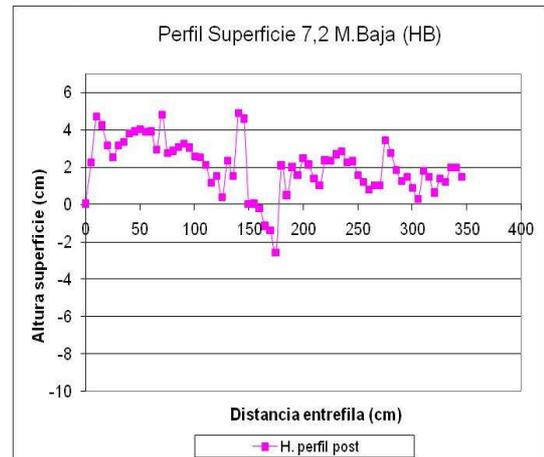
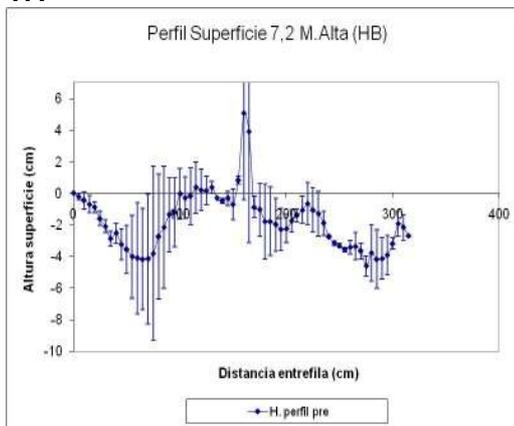


Figura 15. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.2 LMB

Figura 16. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.2 LMB

17.



18.

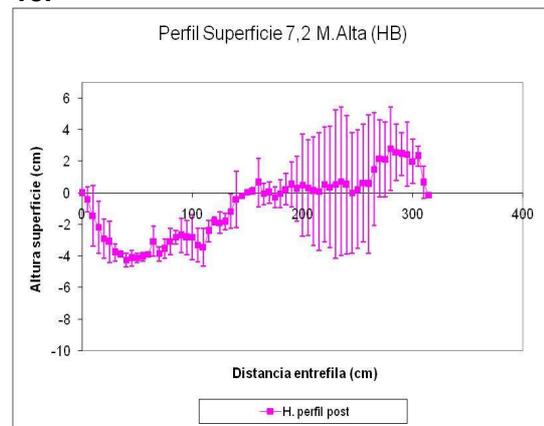
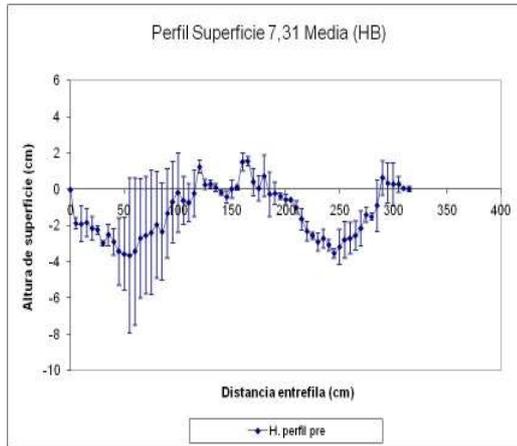


Figura 17. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.2 LMA

Figura 18. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.2 LMA

19.



20.

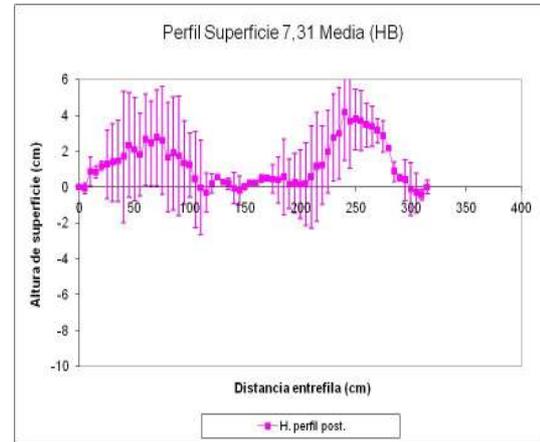
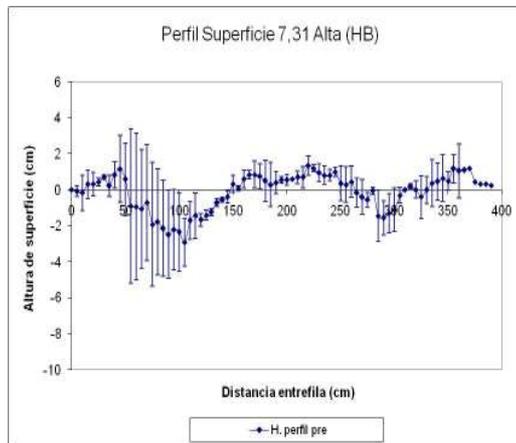


Figura 19. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.31 LMA  
Figura 20. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.31 LMA

21.



22.

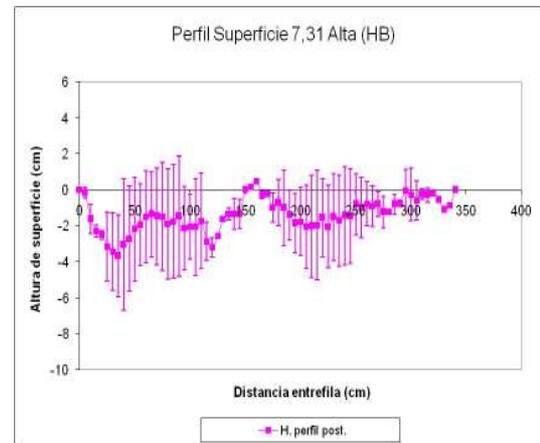
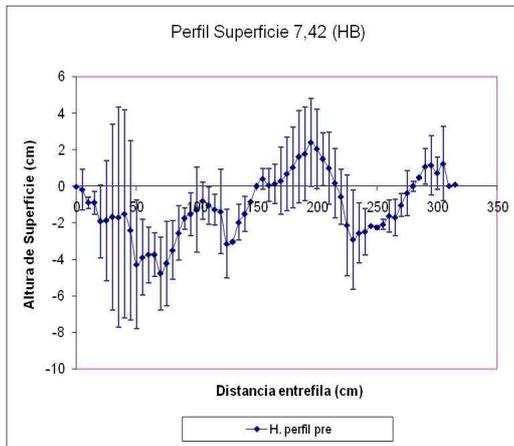


Figura 21. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.31 LMA  
Figura 22. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.31 LMA

23.



24.

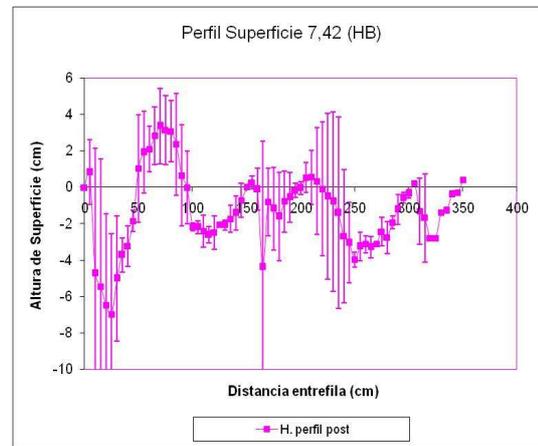


Figura 23. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.42 LMA  
Figura 24. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.42 LMA

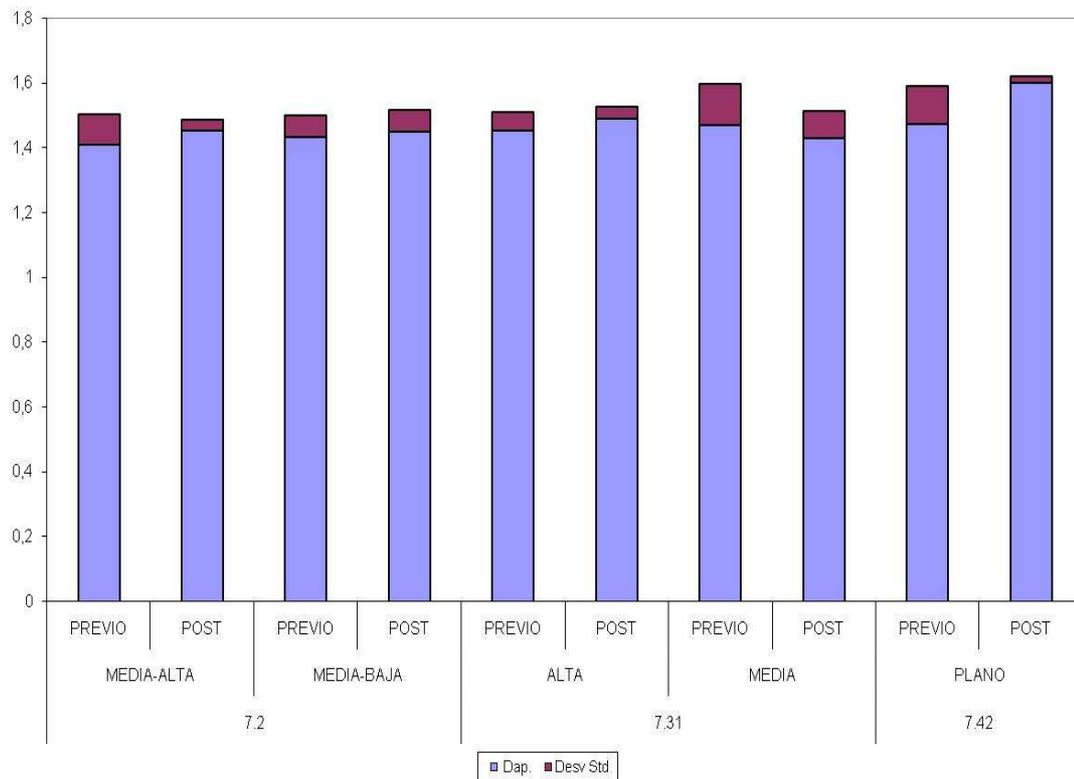
## 4.2 FECHA DE HUMEDAD MEDIA (HM)

### 4.2.1 Densidad aparente (Dap) en los primeros 5cm

Cuadro 4. Dap. para cada suelo, posición topográfica y tratamiento.

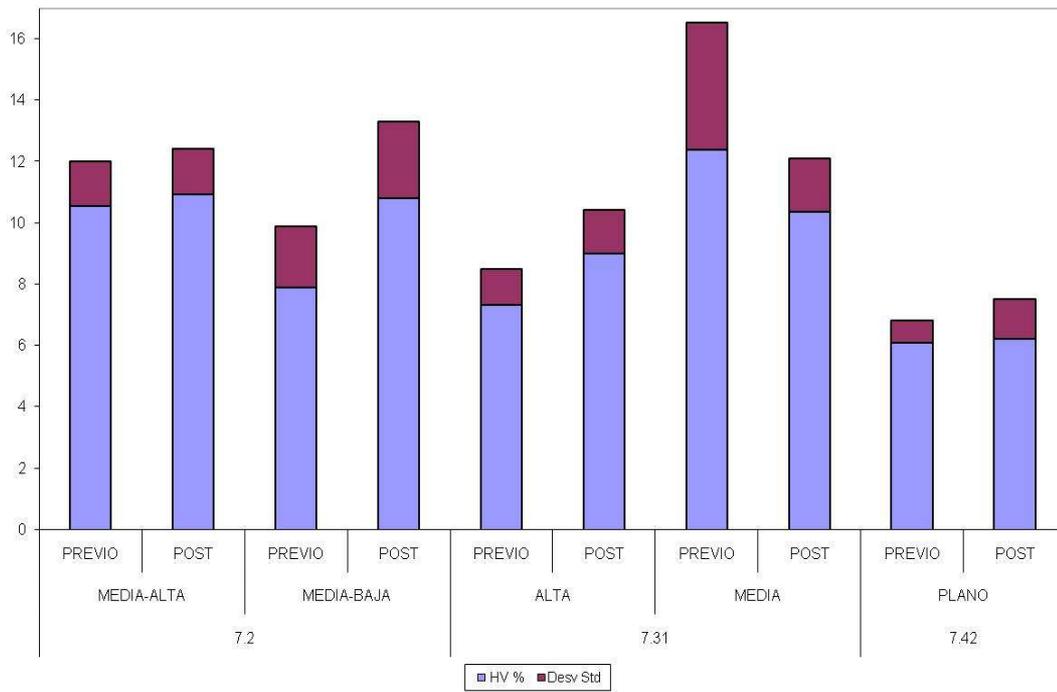
SITIO	POSICIÓN	TRATAMIENTO	Dap
7.2	MEDIA-ALTA	PREVIO	1,41
		POST	1,45
	MEDIA-BAJA	PREVIO	1,43
		POST	1,45
7.31	ALTA	PREVIO	1,45
		POST	1,49
	MEDIA	PREVIO	1,47
		POST	1,43
7.42	PLANO	PREVIO	1,47
		POST	1,60

Figura 25. Dap para cada suelo, posición topográfica y tratamiento



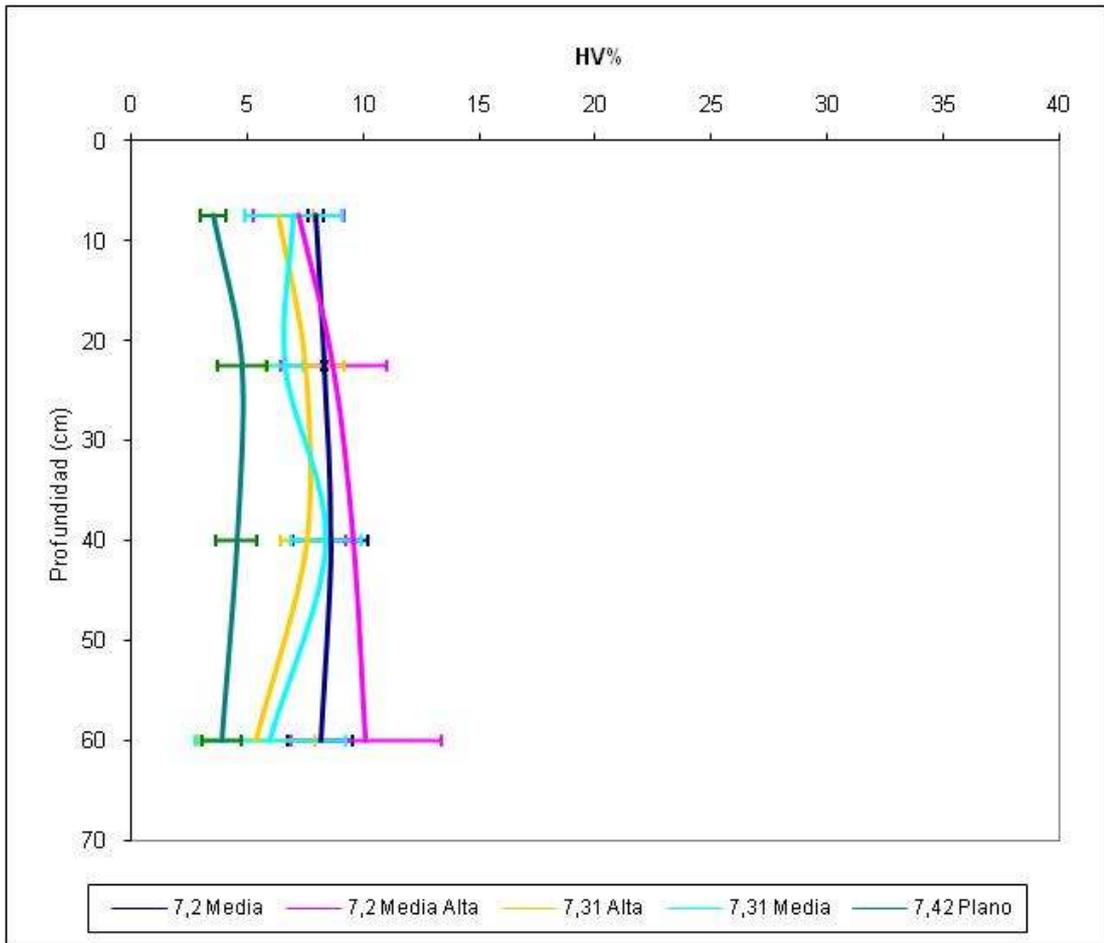
#### 4.2.2 %HV para los primeros 15cm

Cuadro 5. %HV para cada suelo, posición topográfica y tratamiento.



4.2.3 Humedad en volumen en porcentaje (HV%) para los primeros 70 cm de suelo.

Figura 26. %HV hasta 70 cm para cada suelo, posición topográfica y tratamiento.



#### 4.2.3.1 Analisis SAS de la variable %HV para los primeros 70cm de suelo

Cuadro 6. Diferencias de medias de %HV para el efecto Sitio en HM.

FECHA	SITIO	MEDIA	ERROR STD.	LETRA
HM	7.2	8,57	0,29	A
HM	7.31	6,85	0,29	B
HM	7.42	4,18	0,40	C

Como se observa en el cuadro existen diferencias en %HV entre todos los sitios.

El suelo 7.2 marca una diferencia superior en HV% con respecto al suelo 7.31 a pesar de tener horizontes de similar profundidad.

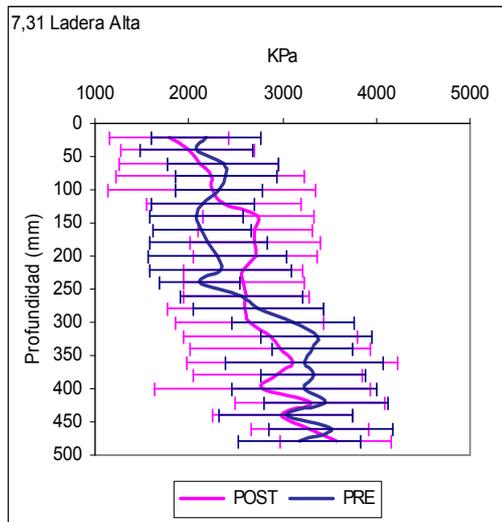
Del análisis de suelos surge que el 7.2 presenta mayor proporción de arcilla en los primeros 60cm de profundidad, con un cambio textural gradual, mientras que el 7.31 presenta un cambio textural abrupto recién después de los 60cm de profundidad. Esto le infiere mayor capacidad de retener agua, sumado a que el suelo 7.2 presenta más del doble de materia orgánica hasta la profundidad estudiada.

Por otro lado el suelo 7.42 presenta una profundidad superior y un porcentaje mayor de arena y menor de arcilla, limo y materia orgánica a las profundidades donde se evaluó la variable.

#### 4.2.4 Resistencia mecánica a la penetración (RMP)

A continuación se presenta gráficamente Sitio y posición topográfica como se comportó la variable RMP (Kpa) en profundidad, y se contraponen la evolución en profundidad del HV% para las mismas condiciones.

17.



18.

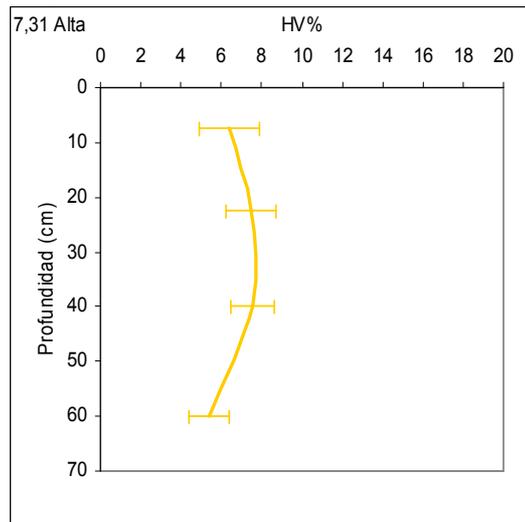
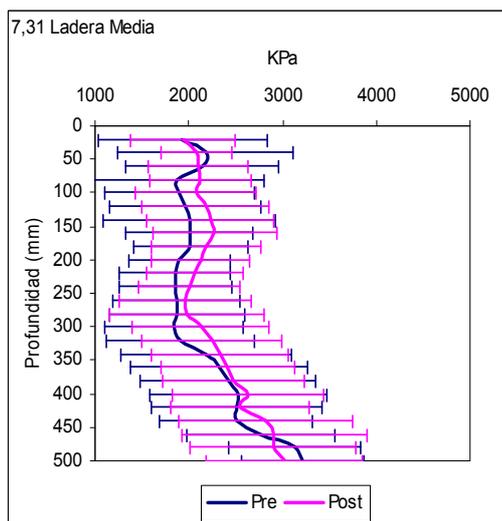


Figura 27. RMP pre y pos-trat. en KPa, de los primeros 50 cm de suelo en 7.31 LA.

Figura 28. HV% para los primeros 70 cm de profundidad para 7.31 L

19.



20.

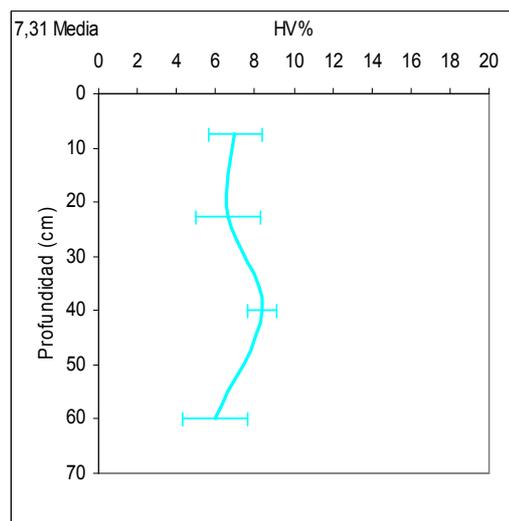
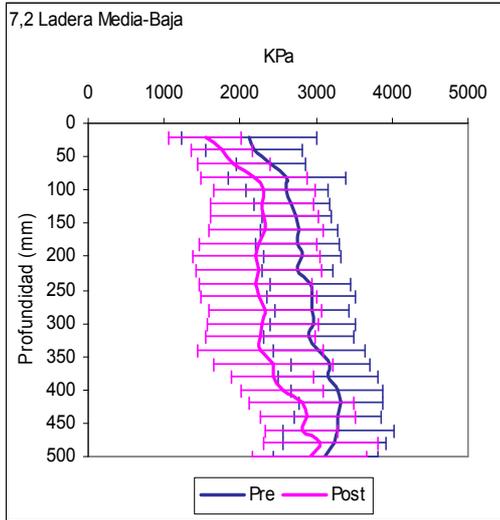


Figura 29. RMP pre y pos-trat. en KPa, de los primeros 50 cm de suelo en 7.31 LM

Figura 30. HV% para los primeros 70 cm de profundidad para 7.31LM.

21.



22.

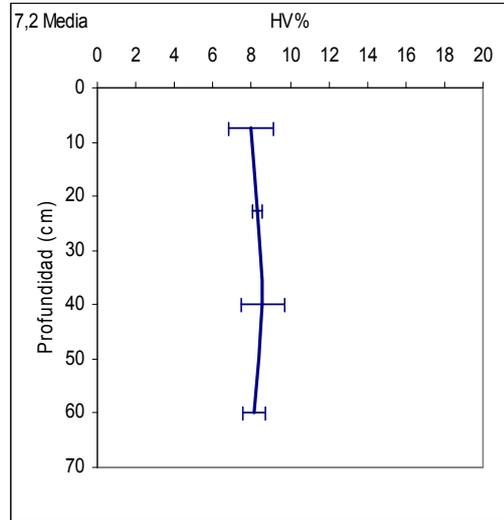
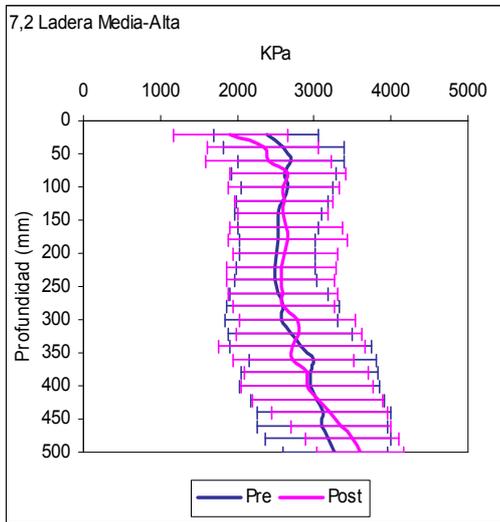


Figura 31. RMP pre y pos-trat- en KPa, de los primeros 50 cm de suelo en 7.2 LMB.

Figura 32. HV% para los primeros 70 cm de profundidad para 7.2 LM.

23.



24.

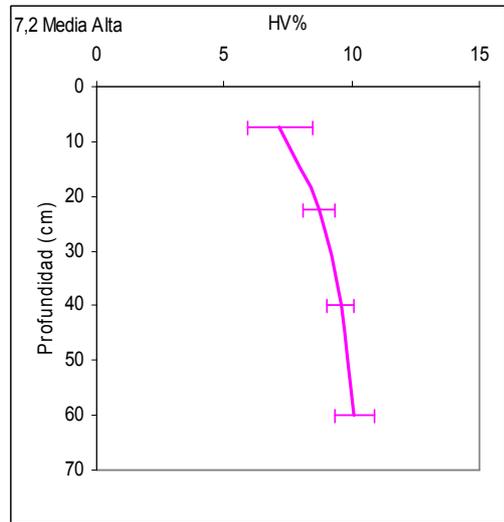
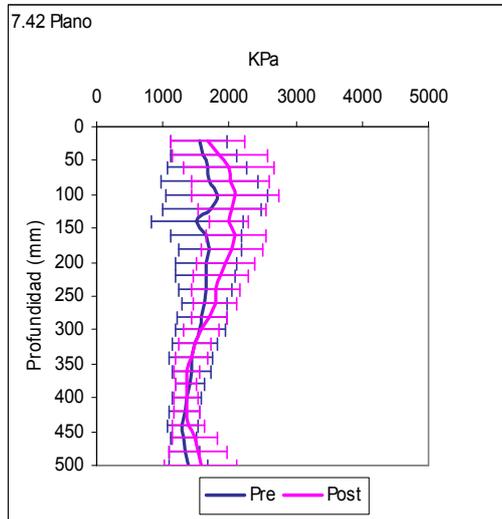


Figura 33. RMP pre y pos-Trat. en KPa, de los primeros 50 cm de suelo en 7.2 LMA.

Figura 34. HV% para los primeros 70 cm de profundidad (b), para 7.2 LMA.

25.



26.

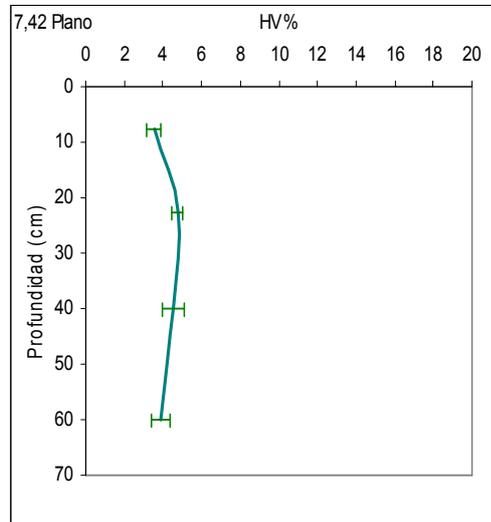
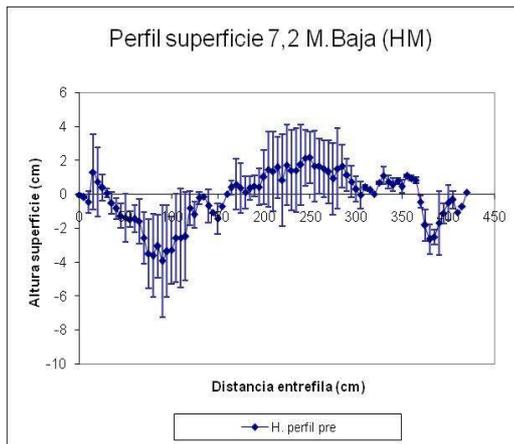


Figura 35. RMP pre y pos-Trat. en KPa, de los primeros 50 cm de suelo en 7.42 P.  
Figura 36. HV% para los primeros 70 cm de profundidad para 7.42 P.

#### 4.2.5 Rugosímetro

37.



38.

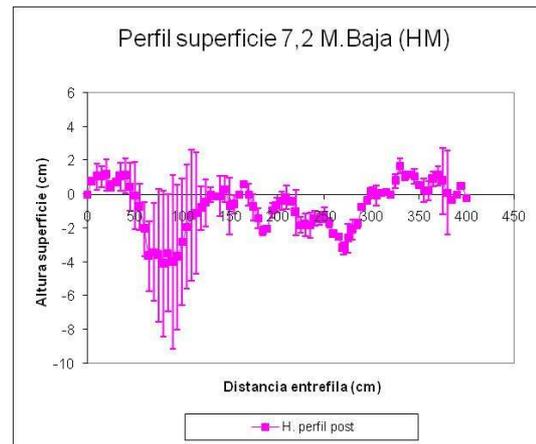
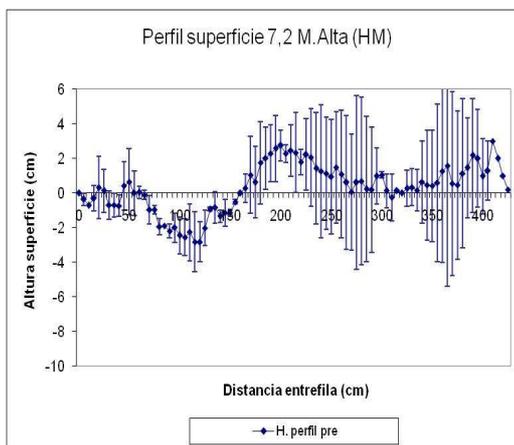


Figura 37. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.2 LMB  
Figura 38. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.2 LMB

39.



40.

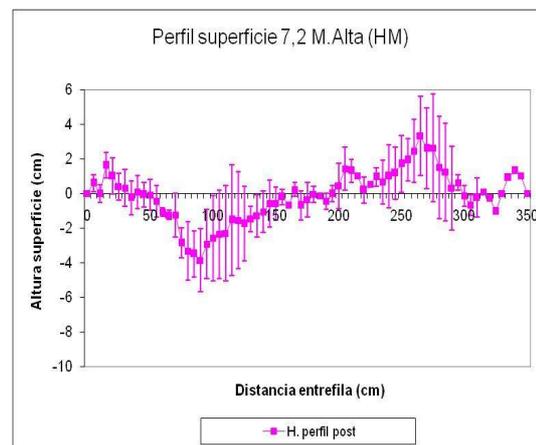
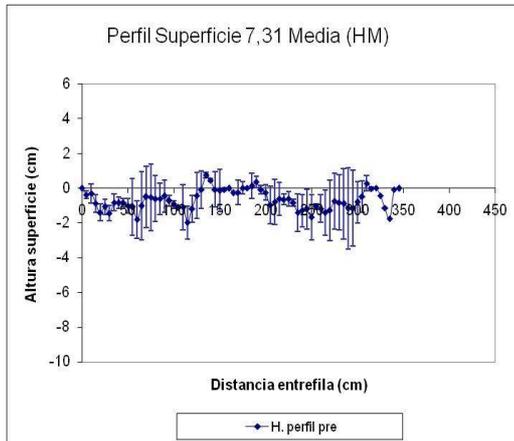


Figura 39. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.2 LMB  
Figura 40. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.2 LMB

41.



42.

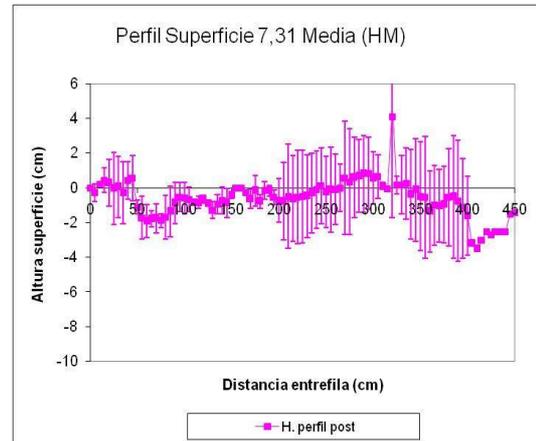
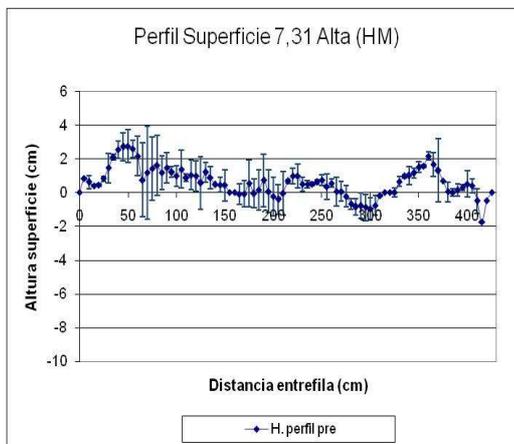


Figura 41. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.31 LM  
Figura 42. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.31 LM

43.



40.

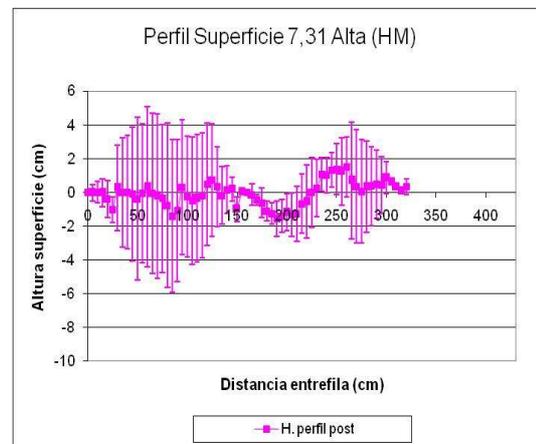
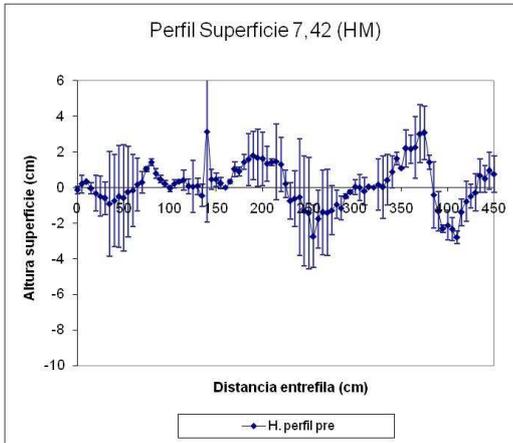


Figura 43. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.31 LM  
Figura 44. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.31 LM

45.



46.

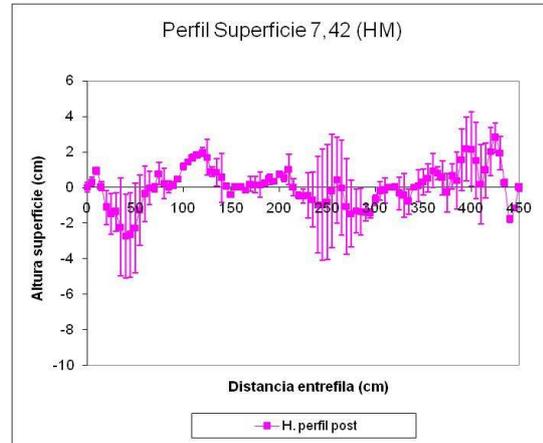


Figura 45. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.2 P  
Figura 46. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.2 P

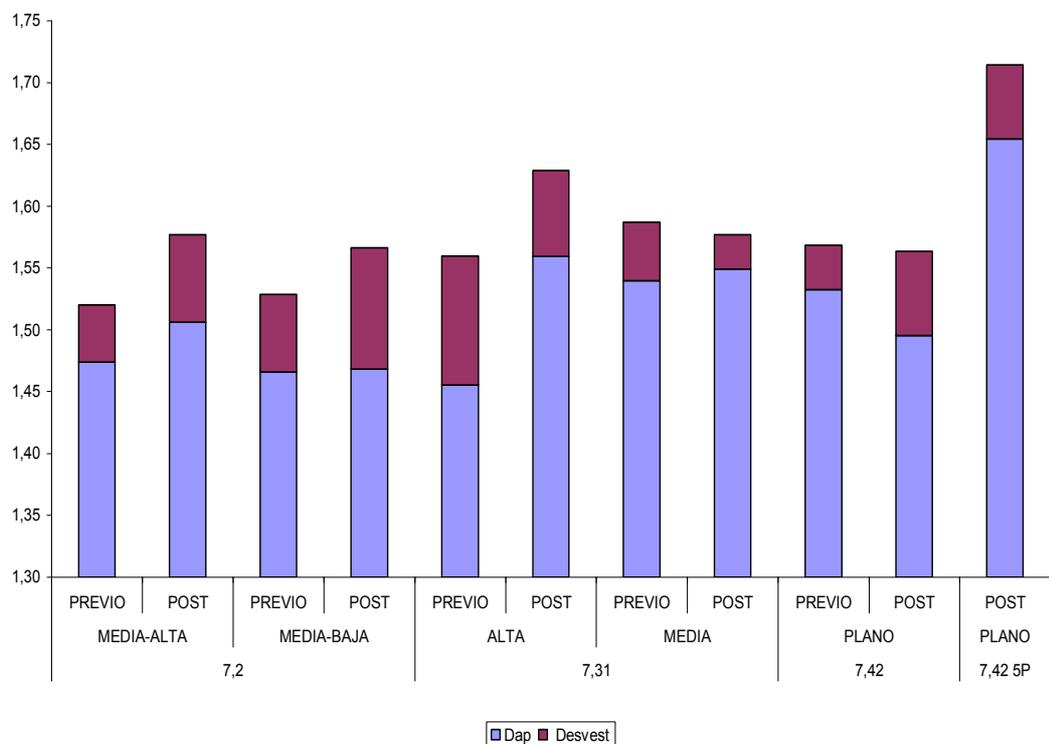
### 4.3 FECHA DE HUMEDAD ALTA (HA)

#### 4.3.1 Densidad aparente (Dap) en los primeros 5cm

Cuadro 7. Dap. para cada suelo, posición topográfica y tratamiento.

SITIO	POSICIÓN	TRATAMIENTO	Dap
7,2	MEDIA-ALTA	PREVIO	1,47
		POST	1,51
	MEDIA-BAJA	PREVIO	1,47
		POST	1,47
7,31	ALTA	PREVIO	1,46
		POST	1,56
	MEDIA	PREVIO	1,54
		POST	1,55
7,42	PLANO	PREVIO	1,53
		POST	1,5
7,42 5P	PLANO	POST	1,65

Figura 47. Dap para cada suelo, posición topográfica y tratamiento

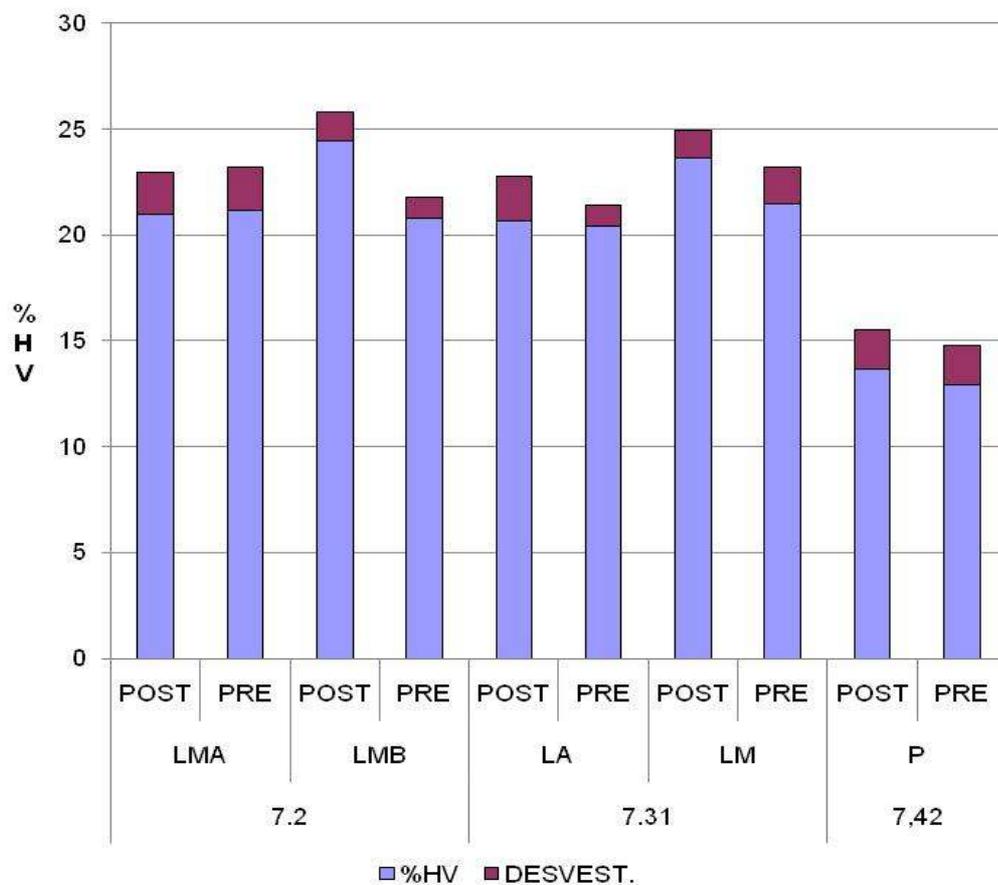


#### 4.3.2 %HV para los primeros 15cm

Cuadro 8. %HV para cada suelo, posición topográfica y tratamiento.

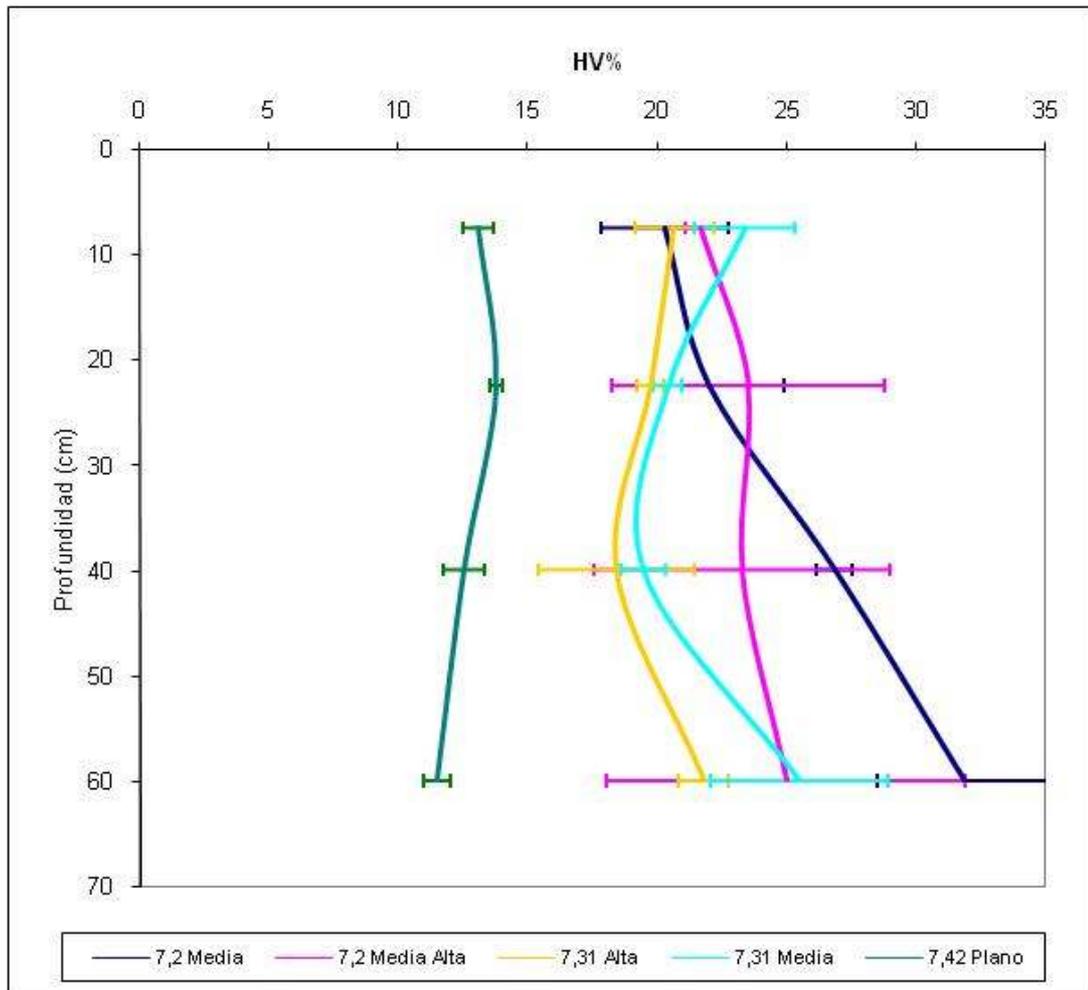
SITIO	POSICION	TRATAMIENTO	%HV
7.2	LMA	POST	21,0
		PRE	21,2
	LMB	POST	24,4
		PRE	20,8
7.31	LA	POST	20,7
		PRE	20,4
	LM	POST	23,6
		PRE	21,5
7,42	P	POST	13,7
		PRE	12,9

Figura 48. %HV para cada suelo, posición topográfica y tratamiento.



#### 4.3.3 Humedad en volumen en porcentaje (HV%) para los primeros 70 cm de suelo.

Figura 49. %HV hasta 70 cm para cada suelo, posición topográfica y tratamiento.



#### 4.3.3.1 Analisis SAS de la variable %HV para los primeros 70cm de suelo

Cuadro 9. Diferencias de medias de %HV para el efecto Sitio en HA.

FECHA	SITIO	MEDIA	ERROR STD.	LETRA
HA	7.2	24,3	0,8	A
HA	7.31	20,6	0,8	B
HA	7.42	12,7	1,1	C

Cuadro 10. Prueba de TUKEY (P<0.05) para el efecto Posición (Sitio).

FECHA	SITIO	POSICION	MEDIA	ERROR STD.	LETRA
HA	7.2	LMB	25,3	1,1	A
HA	7.2	LMA	23,4	1,1	AB
HA	7.31	LM	22,2	1,1	AB
HA	7.31	LA	19,1	1,1	B
HA	7.42	P	12,7	1,1	C

Como se observa en el Anexo 9.2.2.4, se asegura con un 95% de confianza que existen diferencias en los efectos del Sitio para la variable %HV.

Como se observa en el cuadro No. 9 existen diferencias en %HV entre todos los sitios.

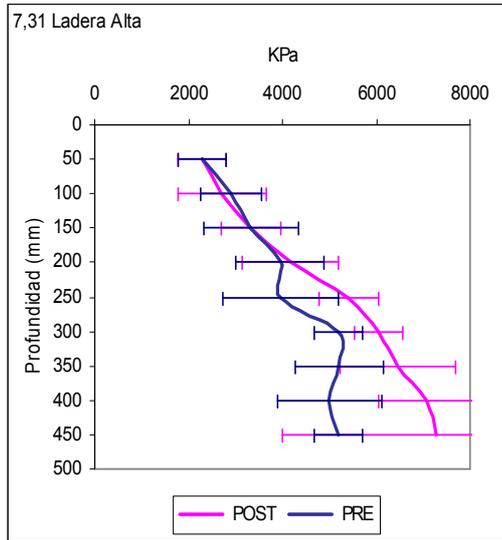
Se continúa observando la tendencia de diferencias entre sitios y el aumento de HV% con respecto a las fechas previas. En este caso la fecha HA presenta diferencias significativas de HV% con respecto a las anteriores, lo cual se aprecia en valores medios de más del doble.

El suelo 7.2 sigue marcando una diferencia superior en HV% con respecto al suelo 7.31 a pesar de tener horizontes de similar profundidad, por las razones antes explicadas de proporción de arcillas, M.O y diferenciación textural.

Por otro lado el suelo 7.42 sigue presentando HV% significativamente inferior a los otros suelos.

#### 4.3.4 Resistencia mecánica a la penetración (RMP)

30.



31.

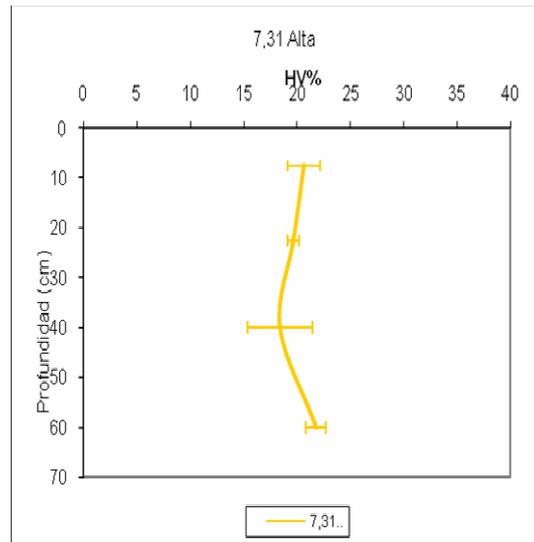
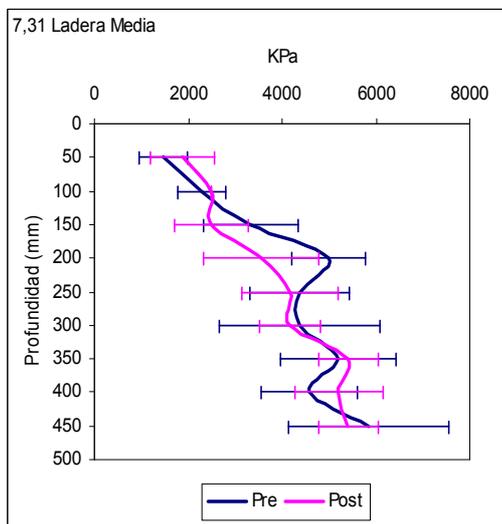


Figura 50. RMP pre y pos-Trat., en KPa, de los primeros 50 cm de suelo, 7.31 LA.

Figura 51. HV% para los primeros 70 cm de profundidad para 7.31 LA.

32.



33.

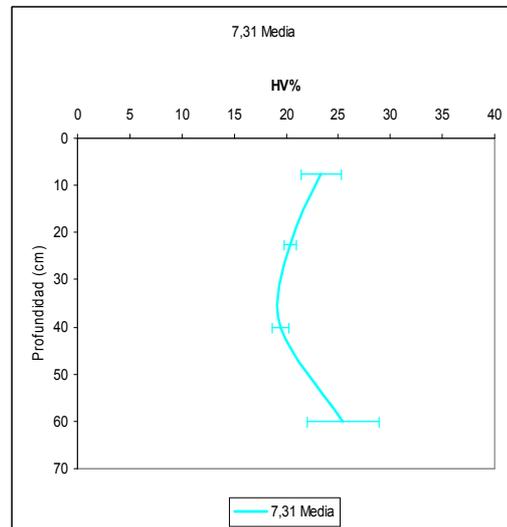
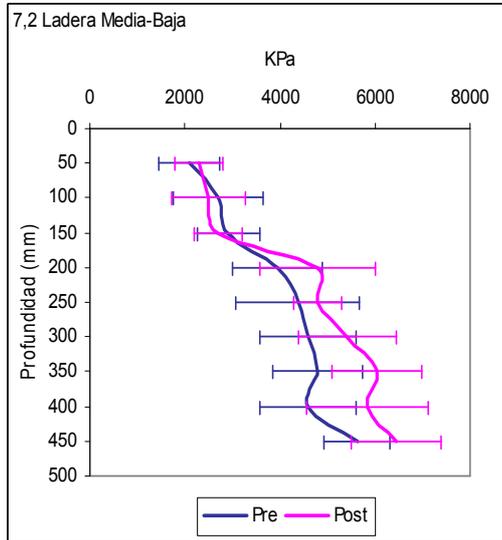


Figura 52. RPM pre y pos-Trat. en KPa, de los primeros 50 cm de suelo en 7.31 LM

Figura 53. HV% para los primeros 70 cm de profundidad para 7.31 LM.

34.



35.

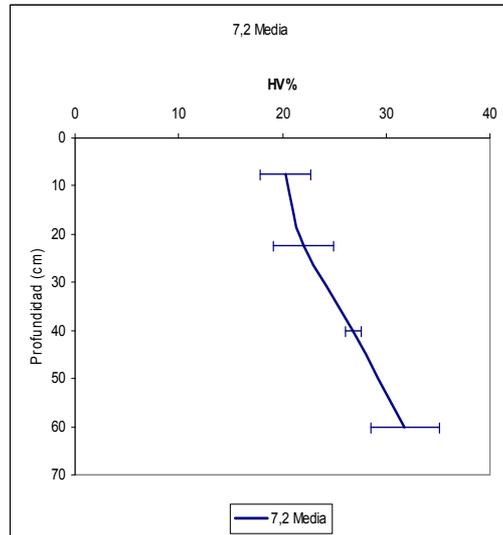
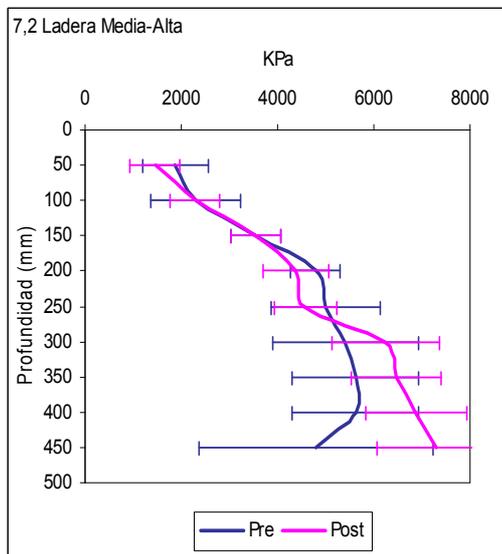


Figura 54. RPM pre y pos-trat. en KPa, de los primeros 50 cm de suelo en 7.31 LM  
 Figura 55. HV% para los primeros 70 cm de profundidad para 7.31 LM.

36.



37.

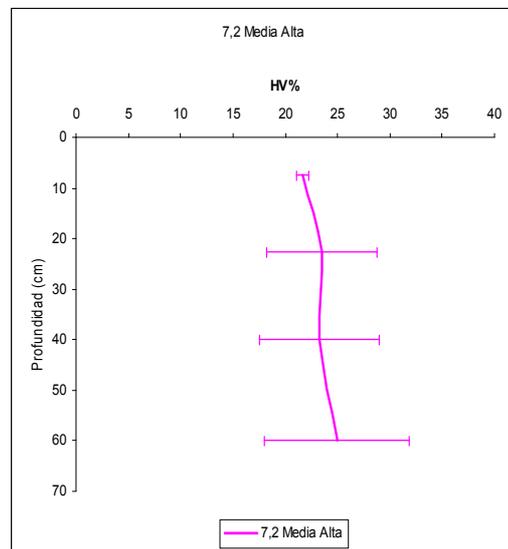
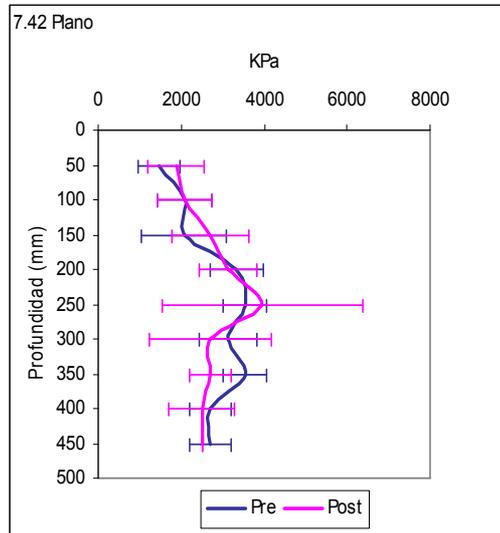


Figura 56. RMP pre y pos-Trat. en KPa de los primeros 50 cm de suelo en 7.2 LMA.  
 Figura 57. HV% para los primeros 70 cm de profundidad para 7.2 LMA

38.



39.

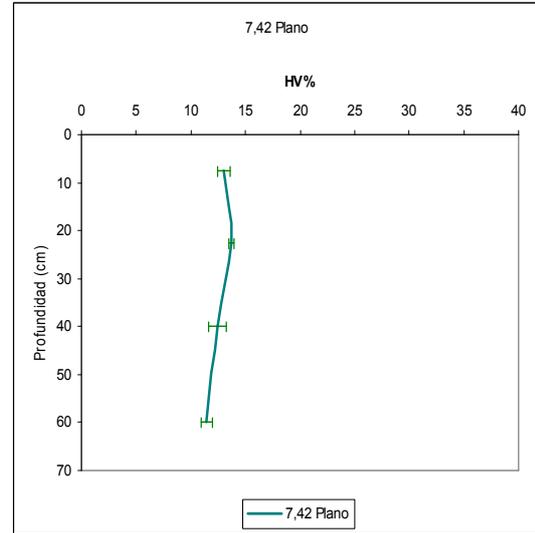
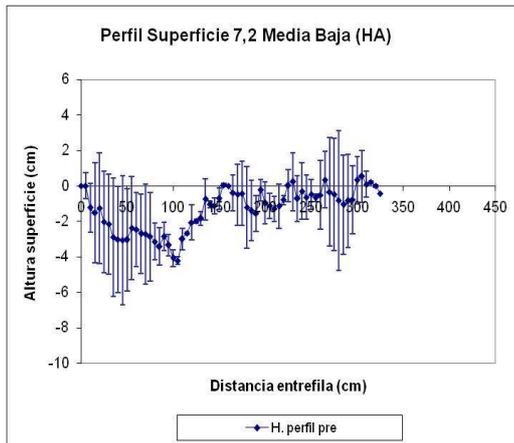


Figura 58. RMP pre y pos-Trat. en KPa, de los primeros 50 cm de suelo en 7.42 P.  
Figura 59. HV% para los primeros 70 cm de profundidad para 7.42 P.

#### 4.3.5 Rugosímetro

60.



61.

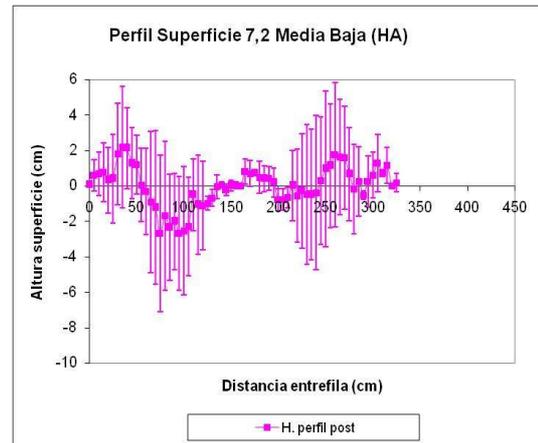
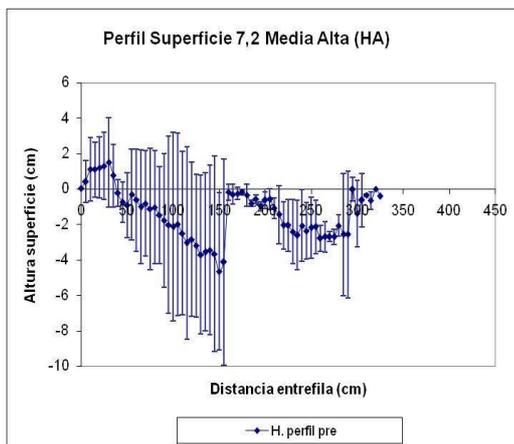


Figura 60. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.2 LMB  
Figura 61. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.2 LMB

62.



63.

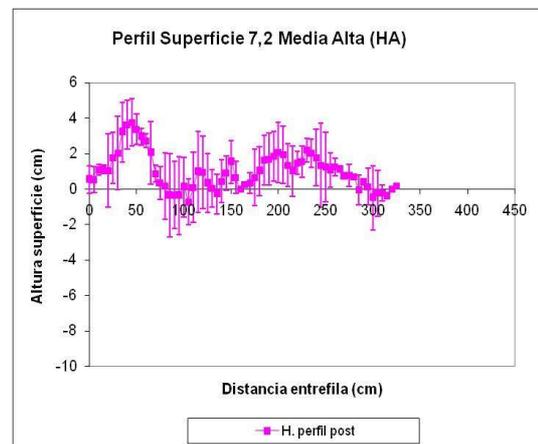
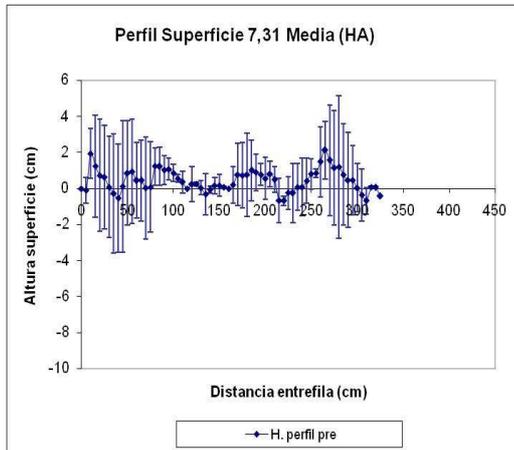


Figura 62. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.2 LMA  
Figura 63. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.2 LMA

64.



65.

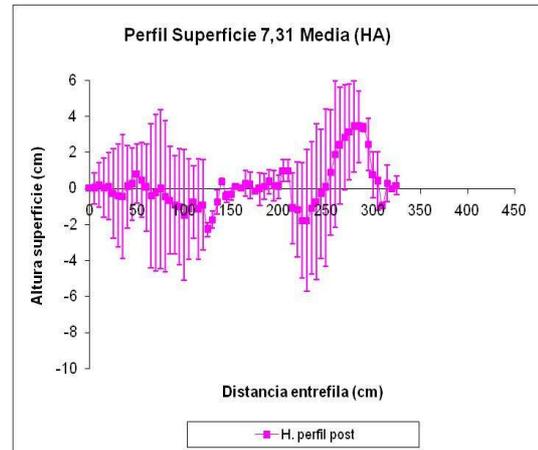
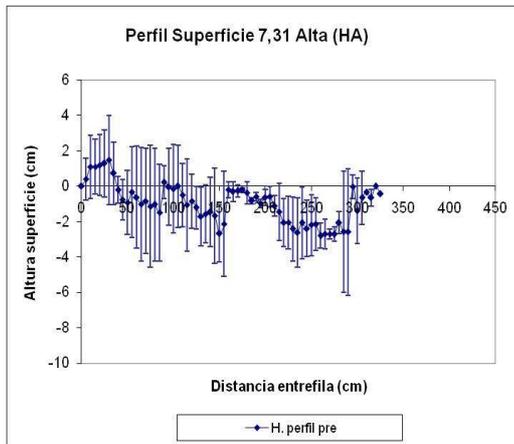


Figura 64. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.31 LM  
Figura 65. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.31 LM

66.



67.

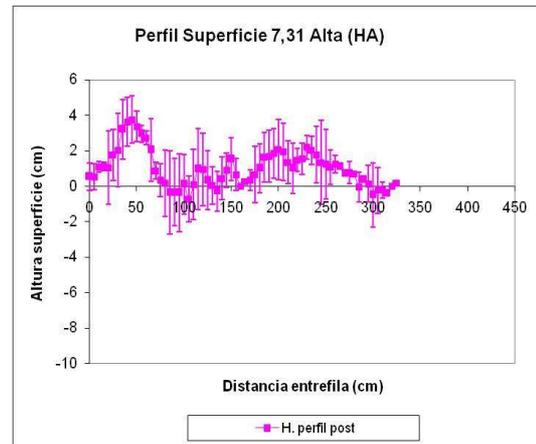
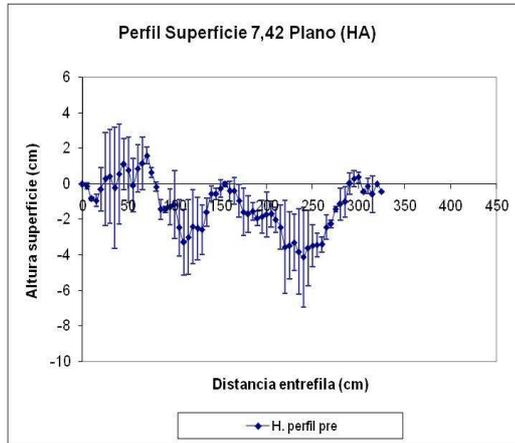


Figura 66. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.31 LA  
Figura 67. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.31 LA

68.



69.

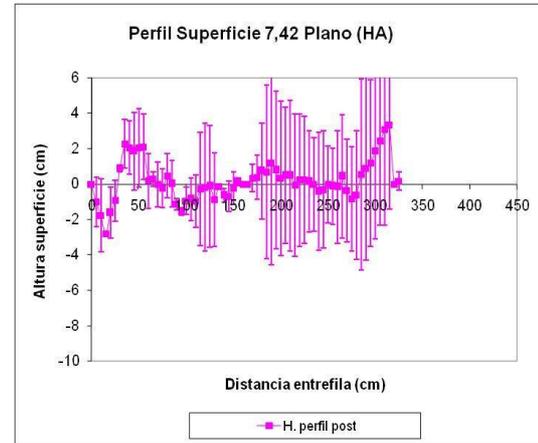


Figura 68. Rugosidad de la superficie del suelo pre tratamiento para 7.42 P  
Figura 69. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.42 P

70.

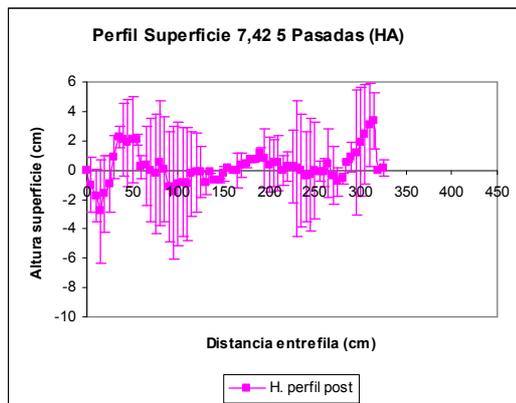


Figura 70. Rugosidad de la superficie del suelo pos-tratamiento para 7.42 5P

#### 4.4 ANÁLISIS SAS DE LAS TRES FECHAS DE MUESTREO

##### 4.4.1 Densidad aparente (Dap) en los primeros 5cm

Cuadro 11. Diferencias de medias de Dap para el efecto Sitio.

Cuadro 12. Diferencias de medias de Dap para el efecto Sitio para el efecto Fecha \* Posición (Sitio).

FECHA	MEDIA	ERROR STD.	LETRA
HB	1,42	0,01	B
HM	1,48	0,01	A
HA	1,51	0,01	A

FECHA	SITIO	POSICION	MEDIA	ERROR STD.	LETRA
HB	7.2	LMA	1,49	0,03	ABC
HB	7.2	LMB	1,39	0,03	BC
HB	7.31	LA	1,46	0,03	ABC
HB	7.31	LM	1,45	0,03	ABC
HB	7.42	P	1,37	0,03	C
HM	7.2	LMB	1,44	0,03	ABC
HM	7.2	LMA	1,43	0,03	ABC
HM	7.31	LA	1,47	0,03	ABC
HM	7.31	LM	1,45	0,03	ABC
HM	7.42	P	1,53	0,03	AB
HA	7.2	LMA	1,49	0,02	ABC
HA	7.2	LMB	1,47	0,02	ABC
HA	7.31	LM	1,54	0,02	A
HA	7.31	LA	1,51	0,02	AB
HA	7.42	P	1,51	0,02	AB

Se buscó a través de un ANAVA con un 95% de confianza, si existe algún efecto distinto al comparar fechas, suelos, posición topográfica y/o tratamientos de la variable Dap. . en los primeros 5 cm. de suelo.

Según el ANAVA (ver anexo 9.2.1), se asegura con un 95% de confianza que existen diferencias en los efectos de Fecha y Fecha \* Posición(Sitio) para la variable DAP (0-5). Los restantes efectos no presentan diferencias significativas.

A través de las pruebas de Tukey se visualizó si dentro de cada Fecha el Tratamiento presenta diferencias significativas como para evidenciar un efecto distinto.

Como se observa en el cuadro No. 19 solo existe un efecto Fecha diferente para la variable DAP(0-5), este es para la Fecha HB, la cual presentó una DAP menor.

La variable DAP no presenta un efecto Sitio ni un efecto Posición por Sitio, y tampoco un efecto Tratamiento ni de tratamiento por sitio. Sin embargo sí se demuestra un efecto Fecha (cuadro No. 19) que evidencia un aumento de la DAP cuando se evaluó en situaciones de mayor HV% (ver cuadro 21. Efecto Fecha para la variable HV%).

Por lo general para los suelos productivos del país (principalmente arcillosos) cabe esperar una disminución de la Dap a mayores contenidos de agua, porque ésta disminuye la masa de suelo en un mismo volumen por el efecto expansivo de las arcillas.

Las características del espacio poroso, dependen de la textura y la estructura del suelo, por lo que en estos suelos arenosos donde predominan los macroporos, encargados del drenaje y la aireación del suelo (Rucks et al., 2004). Estos varían por los tratamientos (acentuado por el efecto lubricante del agua) o naturalmente solo por el agua, que ordenan las partículas disminuyendo el espacio poroso, por lo tanto el contenido de humedad es quien influye principalmente en la DAP.

Este aumento de la DAP que se evidencia en nuestra situación se puede atribuir a un efecto de reordenamiento de las partículas de arena por el agua en la superficie del suelo, de modo que las partículas arenosas al ponerse en mayor contacto determinan un aumento de la compactación (Badillo y Rodríguez, 2002).

#### 4.4.2 %HV en los primeros 15cm de suelo (HV% 0-15cm).

Cuadro 13. Diferencias de medias de %HV para el efecto FECHA.

FECHA	MEDIA	ERROR STD.	LETRA
HB	7.4	0,5	B
HM	8.4	0,3	B
HA	19.2	0,3	A

Cuadro 14. Efecto TRATAMIENTO \* POSICIO(SITIO)

SITIO	POSICION	TRAT.	MEDIA	ERROR STD.	LETRA
7.2	LMA	PRE	13,6	0,53	ABC
7.2	LMA	POST	13,2	0,53	ABC
7.2	LMB	PRE	12,4	0,65	BC
7.2	LMB	POST	15,3	0,65	A
7.31	LA	PRE	12,3	0,55	C
7.31	LA	POST	12,6	0,55	C
7.31	LM	PRE	15,2	0,56	A
7.31	LM	POST	14,6	0,56	ABC
7.42	P	PRE	7,6	0,58	D
7.42	P	POST	7,6	0,58	D

La variable en estudio es el porcentaje en agua expresado en volumen en los primeros 15 cm del suelo.

EL ANAVA muestra (ver Anexo 9.2.2.1) , con un 95% de confianza que existen diferencias en los efectos del Sitio, Posición(Sitio), Fecha y Tratamiento\*Posición(Sitio) para la variable %HV.

Esta diferencia se debe a que el sitio 7.42 presenta una profundidad superior a los restantes sitios con el horizonte Bt más profundo, lo que no limita la infiltración en profundidad del agua. Además tiene un porcentaje mayor de arena y menor de arcilla, limo y materia orgánica (ver Anexo 7.1 DESCRIPCIÓN DE SUELOS), lo que lleva a una menor retención de agua en los primeros horizontes.

Cabe esperar que luego del pasaje de maquinaria disminuyera la HV% por el efecto de compresión que se ejerce sobre el suelo produciendo la salida del agua hacia

los lados por difusión aunque no se aprecian diferencias en este caso porque es un promedio de todos los tratamientos.

Como se observa en el cuadro No. 22 existen diferencias entre el sitio 7.42 y los restantes sitios. A su vez dentro de cada sitio no hay diferencias en %HV por el efecto del tratamiento.

Las diferencias de HV% entre sitios se deben a las características propias de cada suelo, ya que el suelo del sitio 7.42 presenta mayor contenido de arena y menor contenido de arcilla y materia orgánica, sumado a la mayor profundidad del horizonte superficial. En cambio los suelos de los sitios 7.2 y 7.31 son bastante similares en textura y profundidad de sus horizontes.

Como se observa en el cuadro No. 21, las fechas HB y HM no presentan diferencias significativas de %HV entre ellas, pero si hay diferencias con respecto a la fecha HA, ya que esta presenta un %HV muy superior.

En el cuadro No. 2 muestra que no hay diferencias en los tratamientos dentro de cada fecha.

Los efectos de tratamientos de la HA con respecto a los tratamientos de las fechas 2 y 1 son debidos al efecto de la fecha y no de los tratamientos.

Con respecto a las fechas se intentó muestrear en tres momentos de humedad diferentes, pero se obtuvo como muestran los cuadros anteriores solo dos situaciones con diferencias significativas de %HV.

Como se observa en el cuadro No. 22 existen diferencias en %HV entre las posiciones topográficas. Las posiciones de los sitios presentan diferencias entre ellas. Se muestra que dentro de cada posición no se observa un efecto del tratamiento que haga variar el %HV, salvo para el la posición LMB del sitio 7.2. Las diferencias de pendiente y posición pueden explicar el mayor y menor HV%.

Con respecto a la posición topográfica se cumple que las zonas mas bajas presentan un mayor %HV ya que reciben agua de las zonas mas altas por escurrimiento, esto se observa en las laderas medias y bajas. A su vez la diferencia en HV% está relacionada con la pendiente de cada suelo y posición en particular dado que a mayor pendiente se intensifica el escurrimiento. El sitio 7.2 presenta la mayor pendiente, superior al 10%, mientras que el 7.31 se desarrolla en torno al 3% y el 7.42 en torno al 1%. Las laderas altas presentan mas de un punto porcentual de pendiente (ver Anexo 7.3 Pendiente) con respecto a las laderas medias.

Como se mencionó anteriormente el sitio 7.42 presenta un %HV significativamente menor que los otros sitios posiblemente por mayor porcentaje de arena y su mayor profundidad.

#### 4.4.3 Humedad en volumen en porcentaje (HV%) para los primeros 70 cm de suelo.

Como se observa en el cuadro No. 14 solo para la profundidad de 50-70cm se constata una mayor HV%, cuando se evalúan en general todos los suelos. Esto se debe a la mayor concentración de fracciones pequeñas (principalmente arcilla) en profundidad producto de la lixiviación propia de estos suelos Desaturados Lixiviados. Estas arcillas conforman los microporos encargados de la retención de agua, además de formar un horizonte B textural el cual es una barrera al pasaje de agua a horizontes más profundos.

Esto también se aprecia con la formación de una napa colgada y un horizonte Albico en la parte superior del B textural. Para el caso de los suelos de los sitios 7.31 y 7.2 este horizonte argilúvico se encuentra a partir de los 60cm aproximadamente, lo cual coincide con lo fundamentado anteriormente. El caso del suelo 7.42 presenta el horizonte argilúvico después de 1,6 metros de profundidad, por lo que sería de esperar un fenómeno de mayor HV% a esa profundidad.

## **5 CONCLUSIONES**

En la variable DAP se observó un efecto Fecha que evidencia un aumento de la DAP cuando se evaluó en situaciones de mayor HV%. Sin embargo no se encontró un efecto Sitio ni un efecto Posición por Sitio, y no existió un efecto Tratamiento ni de tratamiento por sitio.

En estos suelos arenosos donde predominan los macroporos, encargados del drenaje y la aireación del suelo, al no variar bajo tratamientos se atribuye que el contenido de humedad es quien influye principalmente en la DAP.

Por lo general cabe esperar una disminución de la DAP a mayores contenidos de agua, porque ésta disminuye la masa de suelo en un mismo volumen por una expansión de las arcillas. En este caso particular la baja proporción de ésta fracción hace que no se den estas condiciones.

Este aumento de la DAP que se evidencia en nuestra situación se puede atribuir a un efecto de reordenación de las partículas arenosas por el agua en la superficie del suelo, de modo que las partículas arenosas se ponen en mayor contacto. Este fenómeno se aprecia en la denominada compactación natural de los suelos debida a efectos de contracción durante situaciones de humedecimiento y/o secado (Taboada et al., 2008).

Con respecto al tratamiento extra que se realizó de cinco pasadas en el sitio 7.42, se constató un aumento de la densidad aparente muy superior a los otros sitios en la misma fecha de HA.

Cabe de esperar que luego del pasaje de maquinaria disminuyera la HV% por el efecto de compresión que se ejerce sobre el suelo produciendo la salida del agua hacia los lados. A pesar de esto no se apreciaron diferencias en %HV entre los tratamientos previo y posterior.

En la representación gráfica del rugosímetro se visualiza una tendencia al desplazamiento de suelo a favor de la pendiente. Esto se debe al tránsito de maquinaria en laderas lo que conlleva a transitar en posiciones que no son perpendiculares al suelo, sino que representan ángulos de más de 90° con respecto a la parte ladera abajo de este. Este tránsito desplaza los vectores de peso hacia fuera de las ruedas produciendo el desplazamiento de suelo.

El tratamiento extra de cinco pasadas produjo un aplastamiento superficial más homogéneo con respecto al de solo una pasada.

Con respecto a las fechas se intentó muestrear en tres momentos de humedad diferentes, pero se obtuvieron solo dos situaciones con diferencias significativas de %HV.

Las dos primeras fechas no presentan diferencias significativas de %HV entre ellas, pero si hay diferencias con respecto a la tercer fecha, ya que esta presenta un %HV muy superior.

El efecto de los tratamientos dentro de cada fecha no muestra diferencias.

Los efectos de tratamientos de la fecha HA con respecto a los tratamientos de las fechas HM y HB son debidos al efecto de fecha y no de los tratamientos.

Las posiciones topográficas de cada sitio presentan diferencias entre ellas. Dentro de cada posición no se observa un efecto del tratamiento que haga variar el %HV.

Las diferencias de pendiente y posición pueden explicar el mayor y menor HV%. Con respecto a la posición topográfica se cumple que las zonas mas bajas presentan un mayor %HV ya que reciben agua de las zonas mas altas por escurrimiento, esto se observa en las laderas medias y bajas.

A su vez la diferencia en HV% está relacionada con la pendiente de cada suelo y posición en particular, como sea, a mayor pendiente se intensifica el escurrimiento. El suelo 7.2 presenta la mayor pendiente, superior al 10%, mientras que el 7.31 se desarrolla en torno al 3% y el 7.42 en torno al 1%. Las laderas altas presentan más de un punto porcentual de pendiente con respecto a las laderas medias.

En las tres fechas de muestreo se observó la misma tendencia donde el sitio 7.42 muestra una menor retención de agua en el perfil estudiado comparado con los dos restantes sitios. Esta diferencia se debe a que el sitio 7.42 tiene un porcentaje mayor de arena y menor de arcilla, limo y materia orgánica, lo que lleva a una menor retención de agua en los primeros horizontes.

Tanto en condiciones de alta como baja HV% el sitio 7.2 presenta una mayor retención de agua, esto puede atribuirse a la mayor proporción de arcilla en los primeros 60cm de profundidad, con un cambio textural gradual, mientras que el 7.31 presenta un cambio textural abrupto recién después de los 60cm de profundidad. Esto le infiere mayor capacidad de retener agua sumada a que el suelo 7.2 presenta más del doble de materia orgánica hasta la profundidad estudiada.

Esto se debe a la mayor concentración de fracciones pequeñas (principalmente arcilla) en profundidad producto de la lixiviación propia de estos suelos Desaturados Lixiviados. Estas arcillas conforman los microporos encargados de la retención de agua, además de formar un horizonte B textural el cual es una barrera al pasaje de agua a horizontes más profundos. Esto también se aprecia con la formación de una napa colgada y un horizonte Albico en la parte superior del B textural.

Para el caso de los suelos 7.31 y 7.2 este horizonte argilúvico se encuentra a partir de los 60cm aproximadamente, lo cual coincide con lo fundamentado

anteriormente. El caso del suelo 7.42 presenta el horizonte argilúvico después de 1,6 metros de profundidad, por lo que sería de esperar un fenómeno de mayor HV% a esa profundidad.

Cuando las condiciones de humedad del suelo son bajas, se aprecia una mayor HV% en profundidad, mientras que si las condiciones de humedad son altas, la distribución de la HV% es homogénea en todo el perfil.

Las condiciones de elevada humedad producto de las precipitaciones y baja demanda atmosférica y del monte de pinos produjo que la HV% se encontrara homogéneamente distribuida en profundidad. En estas condiciones de suelo saturado el agua no solo se encuentra en los microporos retenida, si no que se encuentra en los macroporos sin ser drenada.

Cuando las condiciones de humedad en el suelo son bajas se evidencia un efecto de profundidad de la RMP, en cambio cuando las condiciones de humedad en el suelo son altas se observan además efectos de sitio.

Bajo condiciones de baja humedad en el suelo, este se encuentra en valores porcentuales promedios de HV% de 4 para el suelo 7.42, y en torno al 10 para los sitios 7.31 y 7.2. Mientras que para condiciones de alta humedad este se encuentra en torno del 12% y entre 20-24% respectivamente.

El suelo 7.42 presenta una menor RMP bajo cualquier condición de humedad estudiada. Esto se explica por su textura más gruesa y mayor profundidad, esto hace que el suelo no retenga agua la cual es el principal factor de compactación.

La compactación de los suelos se produce por la reorientación de las partículas o por la distorsión de las partículas y sus capas absorbidas. En un suelo no cohesivo la compactación ocurre mayormente por la reorientación de los granos para formar una estructura más densa. La presión estática no es muy efectiva en este proceso porque los granos se acúan unos contra otros y resisten el movimiento (Badillo y Rodríguez, 2002).

Los suelos 7.2 y 7.31 se comportan de forma similar bajo las situaciones de humedad estudiadas para la RMP.

Por sus características el suelo 7.42 permite un menor tiempo de espera para reiniciar las tareas de cosecha y a su vez permite utilizar maquinaria mas pesada. En cambio los suelos 7.31 y 7.2 por sus características presentan un mayor tiempo de espera para reiniciar las tareas de cosecha y mas vulnerables a maquinaria mas pesada.

A pesar de la mayor vulnerabilidad de los suelos 7.31 y 7.2 frente al suelo 7.42, estos permiten el tráfico de maquinaria pesada aun en condiciones de humedad del suelo altas.

## 6 RESUMEN

La necesidad de definir criterios de trafabilidad en la cosecha por parte de las empresas forestales a llevado a desarrollar estudios sobre el impacto de la maquinaria utilizada sobre los suelos. El presente trabajo pretende obtener información de las variaciones en las propiedades físicas del suelo bajo diferentes condiciones de humedad durante el transito de maquinaria, comparándolo con el estado previo. Para cumplir los objetivos se muestrearon Acrisoles y Luvisoles de la Unidad Rivera bajo plantaciones de Pino Taeda. El estudio realizado buscó determinar la compactación del suelo, y para esto se utilizaron las siguientes variables: densidad aparente, resistencia mecánica a la penetración (RMP) y contenido de humedad para tres suelos y sus diferentes posiciones topográficas, en tres momentos diferentes buscando condiciones contrastantes de contenido de agua en el suelo. Estudios previos indican que el contenido de humedad del suelo es la variable principal que provoca las diferencias en compactación del suelo. Cuando las condiciones de humedad en el suelo fueron bajas se encontraron valores porcentuales promedios de HV% de 4 para el suelo 7.42, y en torno al 10 para los sitios 7.31 y 7.2. Mientras que en condiciones de alta humedad se encontraron en torno del 12% y entre 20-24% respectivamente. Cuando las condiciones de humedad en el suelo fueron bajas se observó mayor RMP en profundidad en todos los suelos, en cambio cuando las condiciones de humedad fueron altas los suelos presentaron una RMP diferencial. El suelo 7.42 presenta una menor RMP bajo cualquier condición de humedad estudiada por su textura más gruesa. Los suelos 7.2 y 7.31 se comportan de forma similar y con una mayor RMP que el suelo 7.42 debido a su mayor porcentaje de las fracciones finas. Por sus características el suelo 7.42 permite un menor tiempo de espera para reiniciar las tareas de cosecha y a su vez permite utilizar maquinaria mas pesada. En cambio los suelos 7.31 y 7.2 por sus características presentan un mayor tiempo de espera para reiniciar las tareas de cosecha.

Palabras clave: Trafabilidad; Maquinaria forestal; Propiedades físicas del suelo; Compactación; Penetrómetro; Resistencia Mecánica a la Penetración (RMP); Densidad aparente; Contenido de agua en el suelo.

## 7 SUMMARY

The necessity to define criteria of traffic in forest harvest by forest companies push ahead to develop studies on the impact of the machinery used on grounds. The present work tries to obtain data of the variations in the physical properties of the ground under different conditions of humidity during the traffic of machinery, comparing it with the previous state. In order to fulfill the objectives it researches into Acrisoles and Luvisoles of the Unit Rivera under plantations of Taeda Pine. The made study looked for to determine the compaction of the ground, and for this the following variables were used: density apparent, mechanical resistance to the penetration and contained of humidity for three grounds and their different topographic positions, at three different moments looking for different conditions of water content in the ground. Previous studies indicate that the humidity content of the ground is the main variable that causes the differences in compaction of the ground. When the conditions of humidity in the ground were low they found percentage values averages of HV% of 4 for ground 7.42, and around the 10 for sites 7.31 and 7.2. Whereas in conditions of high humidity they were in winch of 12% and between 20-24% respectively. When the conditions of humidity in the ground were low was observed higher RMP in depth in all grounds, however when the conditions of humidity were high the grounds presented a RMP differential. Ground 7.42 presents a smaller RMP under any condition of humidity studied by its heavier texture. Grounds 7.2 and 7.31 behave of similar form and with a greater RMP than ground 7.42 due to the fact, their greater percentage of the fine fractions. By its characteristics ground 7.42 allow a smaller time of delay to reinitiate the harvest tasks and it as well allows to use heavy machinery. However grounds 7.31 and 7.2 by their characteristics present a greater time of delay to reinitiate the harvest tasks.

Key words: Traffic; Forest machinery; Physical properties of the ground; Compaction; Penetrometer; Mechanical Resistance to Penetration (RMP); Apparent density; Water content in soil.

## 8 BIBLIOGRAFIA

1. ALAKUKKU, L. 1996. Persistence of soil compaction due to high axle load traffic.I. Short term effects on the properties of clay and organic soils. *Soil and Tillage Research*. 37: 211-222.
2. \_\_\_\_\_. 1997. Long-term soil compaction due to high axle load traffic. Jokioinen, Finland, Agricultural Research Centre of Finland. 55 p.
4. BADILLO, J.; RODRÍGUEZ, R. 2002. *Mecánica de suelos*. México, Limusa. t.1, 642 p.
5. BALBUENA, R.; TERMINIELLO, A.; CLAVERIE, J.; CASADO, J.; MARLATS, R. 2000. Compactación del suelo durante la cosecha forestal. Evolución de las propiedades físicas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 4(3): 453-459.
6. BARRACLOUGH, P.; WEIR, A.; KUHLMANN, H. 1991. Factors affecting the growth and distribution of winter wheat roots under UK field conditions. In: McMichael, B. ed. *Plant roots and their environment*. Uppsala, Elsevier Science Publishers. pp. 410-417.
7. BAYHAN, Y.; KAYISOGLU, B.; GONULOL, E. 2004. Effect of soil compaction on sunflower growth. *Biological Conservation*. 119(2): 207-217.
8. BEEKMAN, F. 1987. *Soil strength and forest operations*. Wageningen, Netherlands, Agricultural University. 168 p.
9. BOTTA, G.; JORAJURIA, D.; DRAGHI, L. 2002. Influence of the axle load, tyre size and configuration on the compaction of a freshly tilled clayey soil. *Journal of Terramechanics*. 39 (1): 47-54.
10. BREUNE, I.; M.C. NOLIN, J.; CARON, Y.; TESSIER, S. 1996. La pénétrometrie et son utilisation dans l caractérisation de la qualité des sols. *Agrosol*. 9(2): 13-21.
11. BROQUEN, P.; FALBO, G.; FRUGONI, M.C.; GIRARDIN, J.L.; GUIDO, M.; MARTINESE, P. 2000. Estructura y porosidad en Andisoles con vegetación natural y con *Pinus ponderosa* Dougl. en el sudoeste de Neuquén. *Bosque*. 21(1) 25-36.
12. BURT, E. 1984. Performance of log-skidder tires. *Transactions of ASAE*. 12 (2): 670-673.

13. CAMARGO, O. 1983. Compactação do solo e desenvolvimento de plantas. Pelotas, Fundação Cargil. 44 p.
14. CANDAN, F.; BROQUEN, P.; FALBO, G. 2002. Efecto del Pinus ponderosa Dougl. sobre las propiedades de un Vitrixerand húmico y un Haploxerol vitrándico. INTA. RIA. 32 (1): 71-78.
15. CARTER, M. 1988. Penetration resistance to characterize the depth and persistence of soil loosening tillage studies. Canadian Journal of Soil Science. 68(4): 657-668.
16. COLMET DAAGE, F.; MARCOLIN, A.; LOPEZ, C.; LANCIOTTI, M.; AYESA, J.; BRAN, D.; ANDENMATTEN, E.; BROQUEN, P.; GIRARDIN, J.; CORTES, G.; IRISARRI, J.; BESOAIN, E.; SADZAWKA, G.; SEPULVEDA, S.; MASSARO, S.; MILLOT, P.; BOULEAU, P. 1988. Características de los suelos derivados de cenizas volcánicas de la cordillera y precordillera del norte de la Patagonia. INTA-Orstom. 45(3): 25-31.
17. COLLIS-GEORGE, N.; YOGANATHAN, P. 1985. The effect of soil strength on germination and emergence of wheat (*Triticum aestivum* L.) II. High shear strength conditions. Australian Journal of Soil Research. 23: 589-601.
18. CHI, L.S.; TESSIER, S.; LAGË, C. 1992. Finite element modelling of soil compaction by liquid manure spreaders. Transactions of the ASAE. 36(3): 637-644.
19. DADDOW, R.; WARRINGTON, G. 1983. Growth-limiting soil bulk densities as influenced by soil texture. Fort Collins, USDA. pp.113-117.
20. DANFORS, B. 1994. Changes in subsoil porosity caused by heavy vehicles. Soil and Tillage Research. 80(2): 251-254.
21. DIAS JÚNIOR, M. S.; PIERCE, F.J. O. 1996. Processo de compactação do solo e sua modelagem. Revista Brasileira de Ciência do Solo. 20(2): 175-182.
22. DRAGHI, L.; JORAJURÍA, D.; BALBUENA, R.H. 1989. La compactación superficial y subsuperficial de un perfil debida al tráfico repetido. Rivista de Ingeniería Agraria. 20 (2): 93-98.
23. DURÁN, A. 1991. Los suelos del Uruguay. 2ª. ed. Montevideo, Hemisferio Sur. 398 p.
24. EAVIS, B.W.; RATCLIFF, L.; TAYLOR, H. 1969. Use of dead load technique to determine axial root growth pressure. Agronomy Journal. 61: 640-643.

25. ELLIES, A.; MAC DONALD, R.; RAMIREZ, C. 1993. Cambios en la porosidad de un suelo por efecto del uso. Turrialba. 43 (1): 77-82.
26. \_\_\_\_\_.; RAMIREZ, C. 1994. Efecto del manejo sobre la estructura del suelo y la biodiversidad específica vegetal. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. pp. 79-106.
27. GAMEDA, S.; RAGHAVAN, G.; THERIAULT, R.; MCKYES, E. 1985. High axle load compaction and corn yield. Transactions of the ASAE. 28 (6): 1759-1765.
28. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; MCKYES, E.; THERIAULT, R. 1987. Subsoil compaction in a clay soil and acumulative effects. Soil and Tillage Research. 10: 113-122.
29. GAYOSO, J.; IROUME, A. 1993. Impacto al suelo por efecto de la cosecha forestal. Suelos Forestales (Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo). 10: 98-106.
30. GREACEN, E. 1986. Root response to soil mechanical properties. Australian Journal of Soil Research. 28(2) 167-176
31. HADAS, A.; STIBBE, E. 1977. Soil crusting and emergence of wheat seedlings. Plant and Soil. 69: 547-550.
32. HÅKANSSON, I; B. DANFORS. 1981. Effects of heavy traffic on soil conditions and crop growth. Biogeochemistry. 64: 225-242.
33. \_\_\_\_\_.; REEDER, R. 1994a. Subsoil compaction by vehicles with high axle load extent, persistence and crop response. Soil and Tillage Research. 29: 277-304.
34. \_\_\_\_\_. 1994b. Subsoil compaction caused by heavy vehicles. A long-termthreat to soil productivity. Soil and Tillage Research. 29: 105-110
35. HARTGE, K.; HORN, J. 1999. Einführung in die Bodenphysik. Stuttgart, Enke Verlag. 364 p.
36. HATCHELL, G. 1970. Soil disturbance in logging. Journal of Forestry. 25: 772-775.
37. \_\_\_\_\_. 1988. Compressibility of arable land. Catena. 11: 53-71.
38. HORN, R. 1983. Compressibility of arable land. Soil and Tillage Research. 17: 265-289.
39. JORAJURÍA, D.; DRAGHI, L.M.; ARAGÓN, A. 1997. The effect of vehicle weight on the distribution of compaction with depth and the yield of *Lolium/Trifolium* grassland. Soil and Tillage Research. 41: 1-12.

40. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2000. Sobrecompactación del suelo agrícola Parte I. Influencia del peso y del número de pasadas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 4 (3): 445-452.
41. \_\_\_\_\_. 2004. La resistencia mecánica a la penetración como parámetro mecánico del suelo. INTA. RIA. 26 (1): 25-33.
42. KAY, B. 1990. Rates of change of soil structure under different cropping systems. Soil Science. 12: 1-52.
43. KOGER, J. 1984. Multiple pass effects of skidder tires on soil compactation. Transactions of ASAE. 28(1): 11-16.
44. LOGSDON, S.; ALLMARAS, R.; NELSON, W.; VOORHEES, W. 1992. Persistence of subsoil compaction from heavy axle loads. Soil and Tillage Research. 23: 93-110.
45. MAEDA, T.; TAKENAKA, A.; WARKETIN, B. 1977. Physical properties of allophane soils. Advance in Agronomy. 29: 229-264.
46. MEEK, P. 1996. Effects of skidder traffic on two types of forest soils. Canada Institute of Forest Engier Research. 117: 12.
47. NASR, H.; SELES, F. 1995. Seedling emergence as influenced by aggregate size, bulk density, and penetration resistance of the seebed. Soil and Tillage Research. 34: 61-76.
48. PATRIZZI, V.; VAZ C. M.; LOSSI M.; PRIMAVESI O. 2003. Modelamento do efeito da imidade e densidade na resistência â penetração dos solos. Scientia Forestalis. 62: 34-39.
49. PLÁ SENTÍS, I.; OVALLES, F. 1993. Efectos de los sistemas de labranza en la degradación y productividad de los suelos. Caracas, FONAIAP. 35 p.
50. POZZOLO, O.; CERANA, J.; DE BATTISTA, J.; WILSON, M.; RIVAROLA, S.; FONTANINI, P. 2002. Penetrometría en vertisoles. Mar del Plata, CADIR . 8 p.
51. QUIROGA, A.; BUSCHIAZZO, D.; PEINEMANN, N. 1999. Soil compaction is related to management practices in the semi-arid Argentine pampas. Soil and Tillage Research. 52: 21-28.
52. RAGHAVAN, G. 1976. Prediction of soil compactation. Terramechanics. 14:31-38

53. ROLOFF, G. 1986. Aspectos dinámicos de estructura dos solos e seu estudo. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 104 p.
54. RUCKS, L.; GARCÍA, F.; KAPLÁN, A.; PONCE DE LEÓN, J. ;HILL, M. 2004. Propiedades físicas del suelo. Montevideo, Facultad de Agronomía. 68 p.
55. SÁNCHEZ-GIRÓN RENEDO, V. 1996. Dinámica y mecánica de suelos. Málaga, Agrotécnicas. 426 p.
56. SEIXAS, F. 2000. Compactação do solo devido à colheita de madeira. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 75 p.
57. SHAFER, L. 1989. Rationale for modeling soil compactation behavior. Biogeochemistry. 59: 194-225.
58. SOANE, B.; VAN OUWERKERK, C. 1994. Soil compaction problems in world agriculture. Amsterdam, Elsevier Science. pp. 2-21.
59. TABOADA M.; ALVAREZ C. 2008. Fertilidad física de los suelos. Buenos Aires, EFA. 237 p.
60. TAYLOR, J. 1980. Effect of total load on subsurface soil compactation. Transactions of ASAE. 21: 568-570.
61. \_\_\_\_\_.; GILL, W. 1984. Soil compactation; state-of-art report. Journal of Terramechanics.21(3):195-213.
62. THREADGILL, E. 1982. Residual tillage effects as determined by cone index. Transactions of the ASAE. 25: 859-867.
63. TOPP, G.; GALGANOV, Y.; WIRES, K.; CULLEY, J. 1994. Non-limiting water range an approach for assessing soil. Canadian Journal of Soil Science. 59:19-26.
64. TORMENA, C.; da SILVA, A.; LIBARDI, P. 1999. Soil physical quality of a Brazilian Oxisol under two tillage systems using the least limiting water range approach. Soil and Tillage Research. 52: 223-232.
65. UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA (URUGUAY). FACULTAD DE AGRONOMIA. 2000. Regiones geológicas para la aplicación agronómica. Montevideo. 69 p.
66. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERIA, AGRICULTURA Y PESCA. COMISION NACIONAL DE ESTUDIO AGROECONÓMICO DE LA TIERRA. 1979. Índices de productividad grupos C.O.N.E.A.T. Montevideo. 167 p.

67. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. DIRECCIÓN DE SUELOS Y FERTILIZANTES. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay; clasificación de suelos. Montevideo. t.1, 83 p.68.
68. VAN DEN AKKER, J. 1998. Prevention of subsoil compaction by defining a maximum wheel load bearing capacity. *European Journal of Agronomy*. 17(3): 161-171.
69. VEIHMEYER, J.; HENDRICKSON, A. 1948. Soil density and root penetration. *Soil Science*. 65: 487-493.
70. VENIALGO, C. A.; GUTIERREZ, N. C.; CORRALES, A.; DRGANC, D.; ASSELBORN, A. 2002. Estabilidad de agregados y resistencia a la penetración en series de suelos con distintos usos en el Sudoeste del Chaco. *INTA- Saenz Peña*. 32 (1): 71-78.
71. WILSON, M.; VALENZUELA, O.; PILATTI, M.; FELLI, O. 2000. Relación entre el contenido hídrico y la resistencia a la penetración en un suelo con características vérticas. *Revista Facultad de Agronomía*. 20(1): 69-73.
72. YASIN, M.; GRISSO R.; BASHFORD L.; JONES, A.; MIELKE, L. 1993. Normalizing cone resistance values by covariance análisis. *Transactions of the ASAE*. 36(5): 1267-1270.

## 9 ANEXOS

### 9.1 DESCRIPCIÓN DE SUELOS

Descripción: **1**

Unidad: **Rivera**

Suelo: **7.31 Acrisol Úmbrico Abruptico.**

Autor: **Buzó, Ferreira, Hill**

Ubicación: **Dpto. Rivera**

Posición topográfica: **Ladera Media**

Pendiente: **2,8 %.**

Material Generador: **Sedimentos arenosos sobre areniscas de Formación Tacuarembó**

Uso Actual y Vegetación: **Monte de Pino**

No. análisis: **07/040 (División Suelos y Aguas – MGAP)**

0 – 68cm. A	Pardo oscuro (10 YR 3/3); arenoso; transición clara.
68 – 107cm. Bt	Pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4); arenoso, transición clara.
107-120. BC	Pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4); moteado rojo grisáceo oscuro (2,5 YR 3/1); areno arcilloso, transición clara.
> 120. C.	Rojo (10 R 4/8); moteados blancos (5Y 8/1); arenoso.

Horizonte	Profundidad (cm)	Análisis Granulométrico			pH H2O	pH KCL	% M.O
		% Arena	% Limo	% Arcilla			
<b>1</b>	0-68	86	3	11	4,7	3,9	0,8
<b>2</b>	68-107	72		28	4,6	3,7	1
<b>3</b>	107-120	64	5	31	4,1	3,8	0,8
<b>4</b>	>120	70	9	21	4,9	3,7	0,8

Complejo de intercambio meq/100g										% Saturación			
P*	K**	Ca**	Mg**	Na**	Bases	Al	CIC pH suelo	CIC pH 7	CIC pH 8,2	SB pH suelo	%SA	pH 7	pH 8,2
3	0,2	0,9	0,5	0,05	1,65	1,1	2,75	3,9	4,9	60,0	40,0	42,1	33,8
2	0,18	2,3	1,1	0,05	3,63	2,8	6,43	9,2	11,4	56,5	43,5	39,6	31,8
2	0,2	3,3	1,8	0,07	5,37	3,3	8,67	12,3	15,4	61,9	38,1	43,5	34,9
2	0,18	5	3,4	0,07	8,65	4,8	13,45	19,2	23,9	64,3	35,7	45,2	36,2

Descripción: **2**  
 Unidad: **Rivera**  
 Suelo: **7.31 Acrisol Umbrico Abrúptico.**  
 Autor: **Buzó, Ferreira, Hill**  
 Ubicación: **Dpto. Rivera**  
 Posición topográfica: **Ladera Alta.**  
 Pendiente: **3,4%.**  
 Material Generador: **Sedimentos arenosos sobre areniscas de Formación Tacuarembó**  
 Uso Actual y Vegetación: **Monte de Pino**  
 No. análisis: **07/040 (División Suelos y Aguas – MGAP)**

0 – 60cm. A	Pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4); arenoso, transición clara.
60 – 84cm. AB.	Pardo oscuro (7,5 YR 3/4); arenoso, transición clara.
> 84cm. Bt.	Rojo oscuro (2,5 YR 3/6); areno arcilloso.

Horizonte	Profundidad (cm)	Análisis Granulométrico			pH H2O	pH KCL	% M.O
		% Arena	% Limo	% Arcilla			
1	0-60	88		12	4,7	4	0,6
2	60-84	74	3	23	4,5	3,7	0,8
3	>84	64	5	34	4,6	3,7	0,5

Complejo de intercambio meq/100g										% Saturación			
P*	K**	Ca**	Mg**	Na**	Bases	Al	CIC pH suelo	CIC pH 7	CIC pH 8,2	SB pH suelo	%SA	pH 7	pH 8,2
2	0,07	1,4	0,4	0,14	2,01	0,9	2,91	4,1	5,2	69,1	30,9	48,5	38,9
4	0,25	1,1	0,6	0,07	2,02	2	4,02	5,7	7,1	50,2	49,8	35,3	28,3
1	0,11	1	6,3	0,05	7,46	3,3	10,76	15,3	19,1	69,3	30,7	48,7	39,1

Descripción: **3**  
 Unidad: **Rivera.**  
 Suelo: **7.2 Acrisol Úmbrico Típico.**  
 Autor: **Buzó, Ferreira, Hill**  
 Ubicación: **Dpto. Rivera**  
 Posición topográfica: **Ladera Media Alta.**  
 Pendiente: **11,2 %.**  
 Material Generador: **Sedimentos arenosos sobre areniscas de Formación Tacuarembó**  
 Uso Actual y Vegetación: **Monte de Pino**  
 No. análisis: **07/040 (División Suelos y Aguas – MGAP)**

0 – 23cm. A1	Pardo oscuro (10 YR 3/3); arenoso.
23 – 59cm. A2	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2); arenoso.
59-74cm. B1	Pardo grisáceo muy oscuro a pardo grisáceo oscuro (10 YR 3.5/2); arenoso.
.74- 100cm. B2	Pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4); moteados pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2); areno arcilloso.
> 100cm. B3	Rojo claro (2.5 YR 6/8); areno francosa.

Horizonte	Profundidad (cm)	Análisis Granulométrico			pH H2O	pH KCL	% M.O
		% Arena	% Limo	% Arcilla			
1	0-23	88	1	11	4,6	4	1,2
2	23-59	82	2	16	4,6	4	1,4
3	59-74	77	2	21	4,9	4	1,1
4	74-100	69	5	26	4,8	4	0,9
5	>100	63	13	24	4,8	3,8	0,4

Complejo de intercambio meq/100g										% Saturación			
P*	K**	Ca**	Mg**	Na**	Bases	Al	CIC pH suelo	CIC pH 7	CIC pH 8,2	SB pH suelo	%SA	pH 7	pH 8,2
3,0	0,1	0,7	0,5	0,1	1,4	1,4	2,8	4,0	4,9	49,6	50,4	34,9	28,0
3,0	0,1	0,7	0,4	0,1	1,3	2,4	3,7	5,2	6,5	34,4	65,6	24,2	19,4
3,0	0,1	0,8	0,4	0,1	1,3	3,6	4,9	7,0	8,7	27,0	73,0	18,9	15,2
2,0	0,1	1,2	0,7	0,1	2,1	5,7	7,8	11,1	13,8	26,6	73,4	18,7	15,0
3,0	0,1	2,1	1,6	0,1	3,9	7,8	11,7	16,7	20,8	33,4	66,6	23,5	18,8



							pH suelo	pH 7	pH 8,2	pH suelo		7	8,2
3,0	0,1	0,6	1,5	0,0	2,3	2,0	4,3	6,1	7,6	53,2	46,8	37,3	30,0
3,0	0,1	0,4	1,9	0,1	2,4	2,9	5,3	7,6	9,5	45,6	54,4	32,0	25,7
4,0	0,1	0,4	0,3	0,1	0,9	5,0	5,9	8,3	10,4	14,7	85,3	10,3	8,3
2,0	0,1	0,5	0,3	0,1	0,9	6,7	7,6	10,9	13,5	12,2	87,8	8,6	6,9
4,0	0,1	1,1	0,8	0,1	2,1	5,3	7,4	10,5	13,1	28,1	71,9	19,7	15,8

Descripción: **5**  
 Unidad: **Ri  Tacuarembó.**  
 Suelo: **7.42 Luvisol Melánico T pico.**  
 Autor: **Buz , Ferreira, Hill**  
 Ubicación: **Dpto. Rivera**  
 Posición topográfica: **Plano.**  
 Pendiente: **1.2 %.**  
 Material Generador: **Sedimentos arenosos sobre areniscas de Formación Tacuarembó**  
 Uso Actual y Vegetación: **Monte de Pino**  
 No. análisis: **07/040 (División Suelos y Aguas – MGAP)**

0 – 54cm. A1	. Pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4); arenoso
54– 176cm. A2	Pardo a pardo oscuro (7.5 YR 4/4); arenoso.
.>176cm. B	Rojo amarillento (5 YR 5/8); arenoso.

Horizonte	Profundidad (cm)	Análisis Granulométrico			pH H2O	pH KCL	% M.O
		% Arena	% Limo	% Arcilla			
1	0-54	89	3	8	4,9	4,,2	0,4
2	54-176	89		11	4,8	4	0,2
3	54-176	88		12	5,2	4,1	0
4	>176	78	4	18	5,3	4,4	0,7

Complejo de intercambio meq/100g										% Saturación			
P*	K**	Ca**	Mg**	Na**	Bases	Al	CIC pH suelo	CIC pH 7	CIC pH 8,2	SB pH suelo	%SA	pH 7	pH 8,2
3	0,07	0,5	0,3	0,04	0,91	0,3	1,21	1,7	2,1	75,2	24,8	52,8	42,4
3	0,07	0,7	0,3	0,04	1,11	0,3	1,41	2,0	2,5	78,7	21,3	55,3	44,4
3	0,15	1	1,5	0,04	2,69	0,3	2,99	4,3	5,3	90,0	10,0	63,2	50,7
4	0,14	2	0,8	0,04	2,98	0,2	3,18	4,5	5,6	93,7	6,3	65,8	52,8

Descripción: **6**  
 Unidad: **Cuchilla Corrales.**  
 Suelo: **7.33 Acrisol Úmbrico Abrúptico.**  
 Autor: **Buzó, Ferreira, Hill**  
 Ubicación: **Dpto. Rivera**  
 Posición topográfica: **Ladera Alta.**  
 Pendiente: **2.32 %.**  
 Material Generador: **Sedimentos arenosos sobre areniscas de Formación Tacuarembó**  
 Uso Actual y Vegetación: **Monte de Pino**  
 No. análisis: **07/040 (División Suelos y Aguas – MGAP)**

0 – 37cm. A	Pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4); arenoso, transición clara.
37 – 60cm. AB	Pardo oscuro (10 YR 3/3); arenoso, transición clara.
60- 84cm. Bt1	Pardo amarillo oscuro (10 YR 3/6); areno arcilloso, transición clara.
.84- 116cm. Bt2	Rojo amarillento (5 YR 4/6); areno arcilloso, transición clara.
> 116cm. BC	Rojo (2.5 YR 4/8); moteado pardo muy pálido (10 YR 8/4), areno arcilloso.

Horizonte	Profundidad (cm)	Análisis Granulométrico			pH H <sub>2</sub> O	pH KCL	% M.O
		% Arena	% Limo	% Arcilla			
1	0-37	88	4	8	4,8	4	1,1
2	37-60	81		19	4,9	3,9	0,9
3	60-84	65	3	32	4,8	3,9	1,3
4	84-116	63	3	34	4,8	3,9	0,8
5	>116	63	11	26	4,7	3,9	0,2

Complejo de intercambio meq/100g								% Saturación					
P*	K**	Ca**	Mg**	Na**	Bases	Al	CIC pH suelo	CIC pH 7	CIC pH 8,2	SB pH suelo	%SA	pH 7	pH 8,2
3,0	0,2	0,6	0,6	0,1	1,4	0,6	2,0	2,9	3,6	70,6	29,4	49,6	39,8
2,0	0,3	0,8	0,6	0,1	1,7	1,7	3,4	4,9	6,1	50,1	49,9	35,2	28,3
3,0	0,4	1,1	0,8	0,1	2,4	3,0	5,4	7,6	9,5	43,9	56,1	30,8	24,8
2,0	0,4	1,4	0,9	0,1	2,7	4,4	7,1	10,2	12,7	38,4	61,6	26,9	21,6
1,0	0,3	2,3	2,1	0,1	4,8	4,5	9,3	13,2	16,4	51,4	48,6	36,1	28,9

Descripción: **7**  
 Unidad: **Cuchilla Corrales.**  
 Suelo: **7.33 Acrisol Ócrico Abrúptico.**  
 Autor: **Buzó, Ferreira, Hill**  
 Ubicación: **Dpto. Rivera**  
 Posición topográfica: **Ladera Baja.**  
 Pendiente: **6.015 %.**  
 Material Generador: **Sedimentos arenosos sobre areniscas de Formación Tacuarembó**  
 Uso Actual y Vegetación: **Monte de Pino**  
 No. análisis: **07/040 (División Suelos y Aguas – MGAP)**

0 – 107cm. A	Pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4); arenoso, transición clara.
> 107cm. Bt	Areno arcilloso.

Horizonte	Profundidad (cm)	Análisis Granulométrico			pH H <sub>2</sub> O	pH KCL	% M.O
		% Arena	% Limo	% Arcilla			
1		89	4	7	4,6	3,8	0,6
2		89	3	8	4,9	4,1	0,3
3		87	5	8	5	4,1	0,3
4		66	3	31	5	3,9	0,6

Complejo de intercambio meq/100g										% Saturación			
P*	K**	Ca**	Mg**	Na**	Bases	Al	CIC pH suelo	CIC pH 7	CIC pH 8,2	SB pH suelo	%SA	pH 7	pH 8,2
2	0,08	0,4	0,3	0,06	0,84	0,7	1,54	2,2	2,7	54,5	45,5	38,3	30,7
2	0,06	0,4	0,3	0,04	0,8	0,8	1,6	2,3	2,8	50,0	50,0	35,1	28,2
3	0,05	0,4	0,2	0,04	0,69	0,7	1,39	2,0	2,5	49,6	50,4	34,9	28,0
2	0,13	1,2	0,6	0,05	1,98	3,1	5,08	7,2	9,0	39,0	61,0	27,4	22,0



FIGURA 2 Densidad Aparente (Dap.) para cada suelo, posición topográfica y tratamiento, correspondiente al muestreo HM.

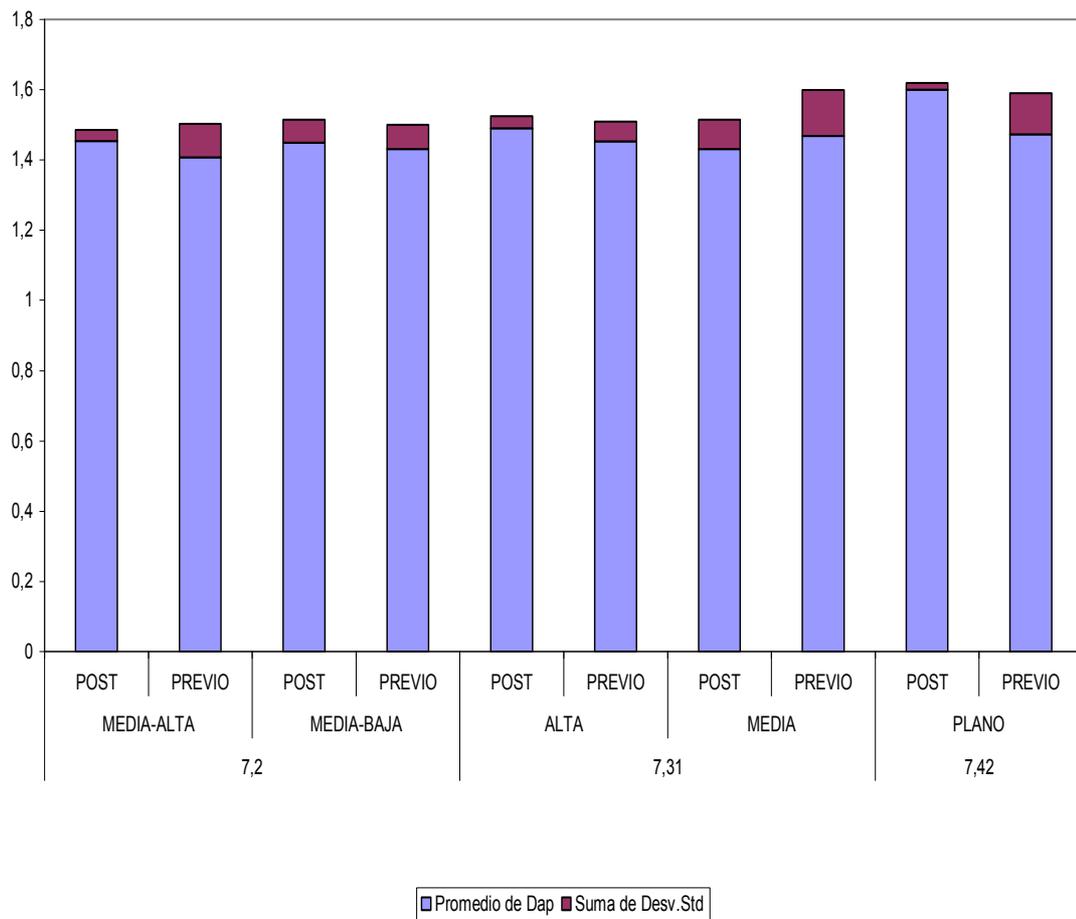
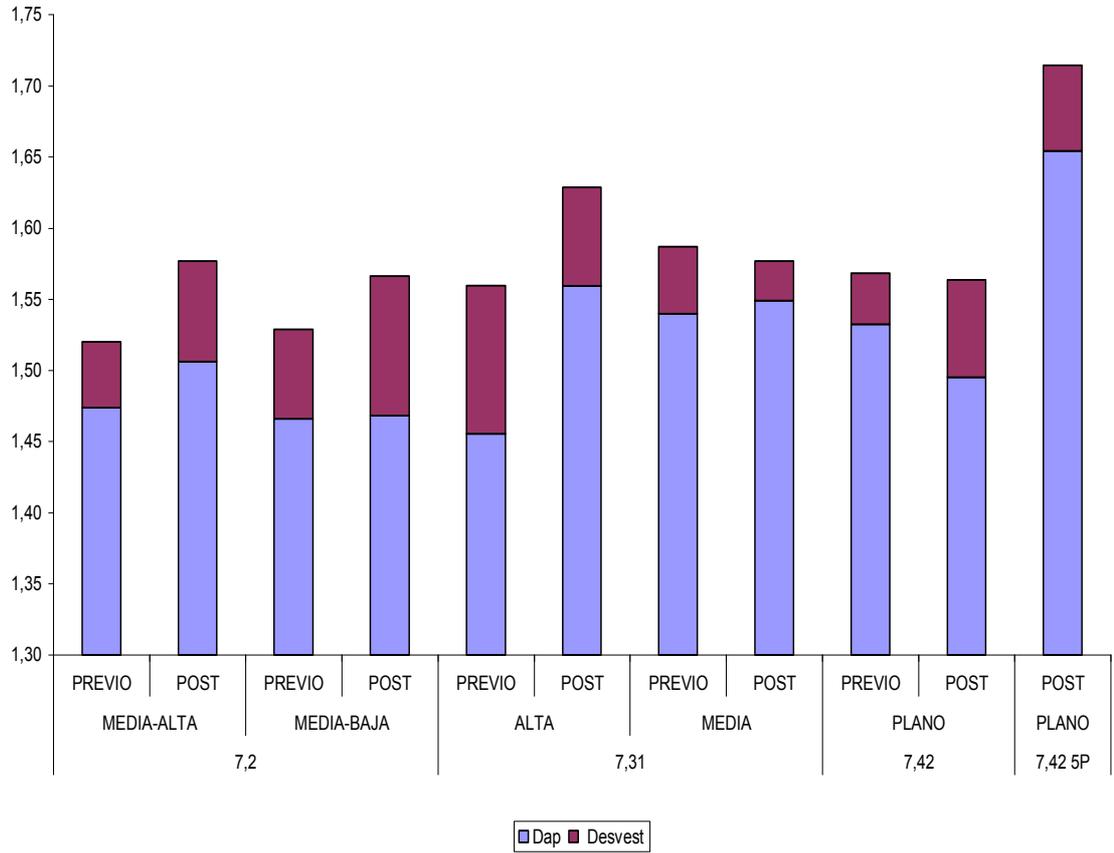


FIGURA 3 Densidad Aparente (Dap.) para cada suelo, posición topográfica y tratamiento, correspondiente al muestreo HA.



**Anava 1.** DIFERENTES EFECTOS SOBRE LA VARIABLE DENSIDAD APARENTE EN LOS PRIMEROS 15CM DE SUELO (DAP 0-15).

EFECTO	DF	DF	VALOR F	$\alpha$
SITIO	2	98	1,58	0,2106
TRAT.	1	98	0,91	0,3422
SITIO*TRAT	2	98	0,49	0,6144
POSICION (SITIO)	2	98	1,32	0,2711
FECHA	2	98	9,28	<b>0,0002</b>
FECHA*TRAT.	2	98	0,9	0,4088
FECHA*POSICION(SITIO)	8	98	2,11	<b>0,0417</b>
TRAT.*POSICION(SITIO)	2	98	1,46	0,2371

## 9.2.2 CONTENIDO DE AGUA DEL SUELO

### 9.2.2.1 Análisis SAS, HV% para los primeros 15cm de suelo (%HV 0-15cm).

FIGURA 4 Contenido de agua del suelo expresado como porcentaje de agua en volumen de los primeros 15 cm, para cada suelo, posición topográfica y tratamiento, correspondiente al muestreo HB.

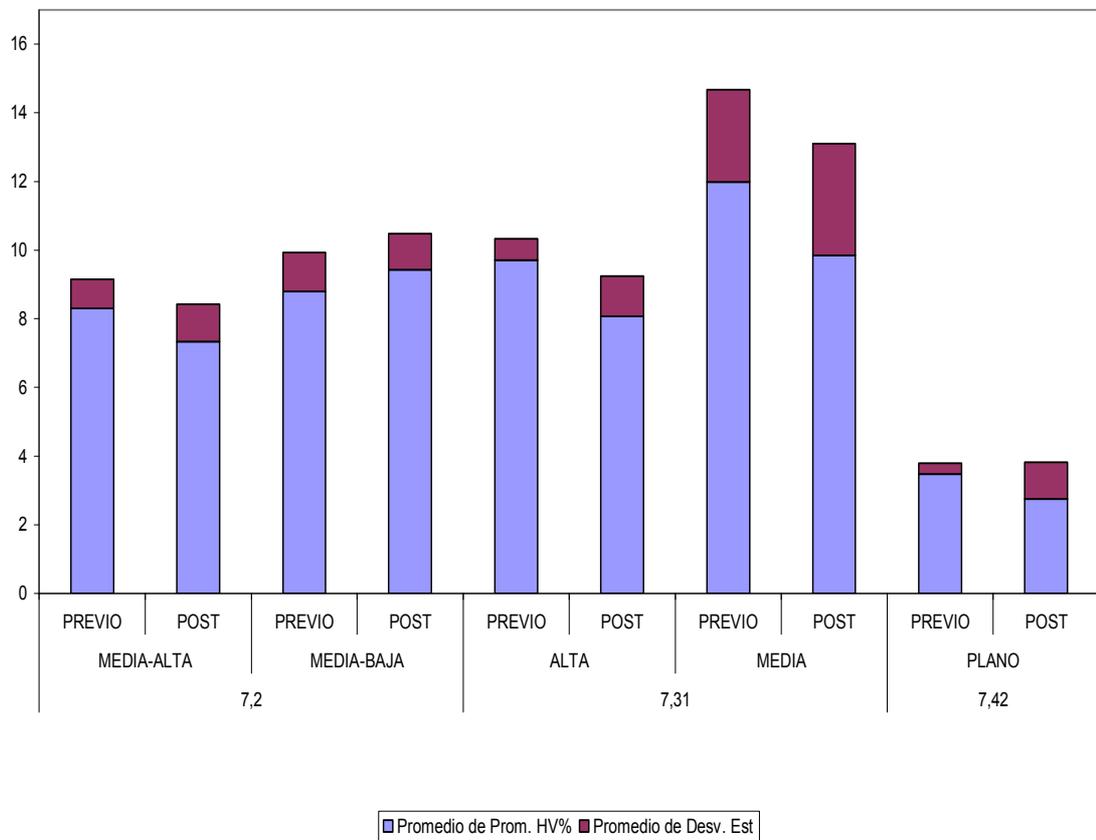
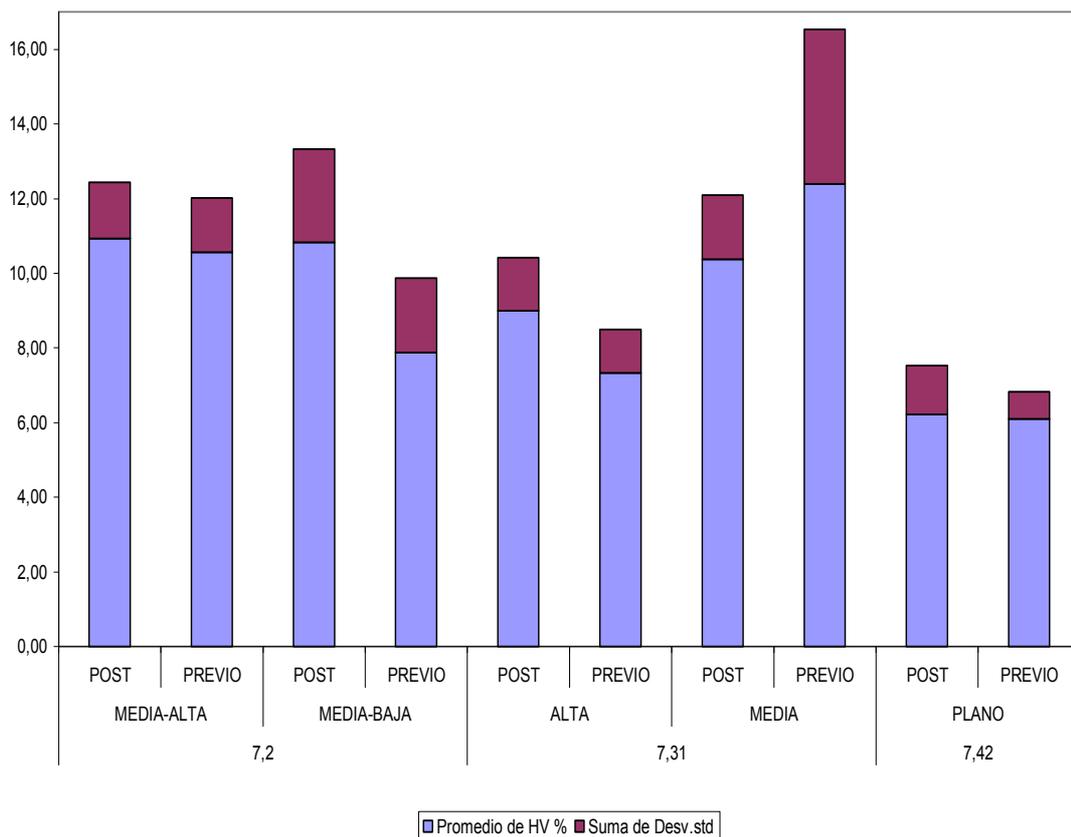


FIGURA 5 Contenido de agua del suelo expresado como porcentaje de agua en volumen de los primeros 15 cm, para cada suelo, posición topográfica y tratamiento, correspondiente al muestreo HM.



**Anava 2.** DIFERENTES EFECTOS SOBRE LA VARIABLE %HV PARA LOS PRIMEROS 15 CM DE SUELO.

EFFECTO	DF	DF	VALOR F	$\alpha$
SITIO	2	128	93,58	<b>&lt; 0,0001</b>
TRAT.	1	128	1,05	0,3078
SITIO*TRAT.	2	128	1,67	0,1926
POSICION(SITIO)	2	128	10,26	<b>&lt; 0.0001</b>
FECHA	2	128	478,12	<b>&lt; 0.0001</b>
FECHA*TRAT.	2	128	1,23	0,2955
TRAT.*POSICION(SITIO)	2	128	3,97	<b>0,0213</b>

TUKEY 1.

Prueba de TUKEY (P<0.05) para el EFECTO DEL TRATAMIENTO

TRAT.	MEDIA	ERROR STD.	LETRA
PRE	11,42	0,296	A
POST	11,81	0,296	A

9.2.2.2 Análisis SAS de HV% en HB para los primeros 70 cm de suelo.

**Anava 3.** DIFERENTES EFECTOS SOBRE LA VARIABLE HV% PARA LA PROFUNDIDAD DE 0-70CM DEL SUELO.

EFECTO	DF	DF	VALOR F	$\alpha$
SITIO	2	6	18,83	<b>0,0026</b>
POSICION(SITIO)	2	6	3,72	0,0889
PROFUNDIDAD	3	18	11,34	<b>0,0002</b>
SITIO*PROFUNDIDAD	6	18	3,81	<b>0,0126</b>
POSICION*PROF(SITIO)	6	18	2,43	0,0676

9.2.2.3 Análisis SAS de HV% en HM para los primeros 70 cm de suelo.

**Anava 4.** DIFERENTES EFECTOS SOBRE LA VARIABLE HV% PARA LA PROFUNDIDAD DE 0-70CM DEL SUELO.

EFECTO	DF	DF	VALOR F	$\alpha$
SITIO	2	10	39,58	<b>0,0001</b>
POSICION(SITIO)	2	10	0,79	0,4795
PROFUNDIDAD	3	30	6,36	<b>0,0018</b>
SITIO*PROFUNDIDAD	6	30	3,02	<b>0,0196</b>
POSICION*PROF(SITIO)	6	30	2	0,097

9.2.2.4 Análisis SAS de HV% en HA para los primeros 70 cm de suelo.

**Anava 5.** DIFERENTES EFECTOS SOBRE LA VARIABLE HV% PARA LA PROFUNDIDAD DE 0-70CM DEL SUELO.

EFECTO	DF	DF	VALOR F	$\alpha$
SITIO	2	10	38,07	<b>0,0001</b>
POSICION(SITIO)	2	10	2,75	0,1114
PROFUNDIDAD	3	30	2,69	0,0638
SITIO*PROFUNDIDAD	6	30	2,78	<b>0,0285</b>
POSICION*PROF(SITIO)	6	30	1,19	0,3398

### 9.2.3 RESISTENCIA Mecánica A LA PENETRACIÓN (RMP)

#### 9.2.3.1 Fecha de invierno (HA)

**Anava 6.** DIFERENTES EFECTOS SOBRE LA VARIABLE RESISTENCIA MECÁNICA A LA PENETRACIÓN (RPM) EN LOS PRIMEROS 50CM DE SUELO

EFECTO	DF	DF	VALOR F	$\alpha$
SITIO	2	10	63,29	<b>0,0001</b>
TRAT.	1	10	6,35	<b>0,0304</b>
SITIO*TRAT	2	10	1,6	0,2499
POSICION (SITIO)	2	10	6,65	<b>0,0146</b>
POSICION*TRAT (SITIO)	2	10	4,09	0,0503
PROF.	8	456	77,41	<b>0,0001</b>
SITIO*PROF.	16	456	6,76	<b>0,0001</b>
TRAT.*PROF	8	456	1,53	0,1442
SITIO*TRAT*PROF.	16	456	1,45	0,1127
POSICION*PROF(SITIO)	16	456	1,45	0,1158

#### 9.2.3.2 Fecha de primavera (HM)

**Anava 7.** DIFERENTES EFECTOS SOBRE LA VARIABLE RESISTENCIA MECÁNICA A LA PENETRACIÓN (RPM) EN LOS PRIMEROS 50CM DE SUELO.

EFECTO	DF	DF	VALOR F	$\alpha$
SITIO	2	10,1	16,92	<b>0,0006</b>
TRAT.	1	10,1	0,09	0,7738
SITIO*TRAT	2	10,1	1,52	0,2647
POSICION (SITIO)	2	9,91	3,7	0,0631
POSICION*TRAT (SITIO)	2	9,91	1,26	0,3254
PROF.	8	1014	103,72	<b>0,0001</b>
SITIO*PROF.	16	1014	4,39	<b>0,0001</b>
TRAT.*PROF	8	1014	1,28	0,2474
SITIO*TRAT*PROF.	16	1014	0,34	0,9933
POSICION*PROF(SITIO)	16	1014	1,77	<b>0,03</b>

#### 9.2.3.3 Fecha de verano (HB)

**Anava 8.** DIFERENTES EFECTOS SOBRE LA VARIABLE RESISTENCIA MECÁNICA A LA PENETRACIÓN (RMP) EN LOS PRIMEROS 50 CM DE SUELO.

<b>EFEECTO</b>	<b>DF</b>	<b>DF</b>	<b>VALOR F</b>	<b>α</b>
SITIO	2	10,9	2,1	0,1686
TRAT.	1	10,9	0,71	0,4162
SITIO*TRAT	2	10,9	0,35	0,7155
POSICION (SITIO)	2	11	0,91	0,43
POSICION*TRAT (SITIO)	2	11	1,03	0,3902
PROF.	8	2048	118,21	<b>0,0001</b>
SITIO*PROF.	16	2048	1,88	<b>0,0180</b>
TRAT.*PROF	8	2048	0,97	0,4542
SITIO*TRAT*PROF.	16	2048	0,53	0,935
POSICION*PROF(SITIO)	16	2048	0,86	0,618

### 9.3 RUGOSÍMETRO

#### 9.3.1 Planillas de datos de Primavera

##### **Perfil superficie 7.31 Ladera baja Primavera**

<b>Distancia (cm)</b>	<b>H. perfil pre</b>	<b>desvest</b>	<b>H. perfil post</b>	<b>desvest</b>
0	0,00	0,00	0,00	0,00
5	-0,37	0,23	-0,26	0,49
10	-0,30	0,54	0,22	0,08
15	-0,87	0,50	0,46	0,72
20	-1,40	0,48	0,29	1,35
25	-1,07	0,46	-0,02	2,06
30	-1,45	0,44	0,07	1,78
35	-0,82	0,49	-0,25	1,79
40	-0,85	0,33	0,44	1,08
45	-0,82	0,24	0,57	1,30
50	-1,00	0,42	-1,09	0,38
55	-1,07	1,64	-1,70	1,23
60	-1,79	1,09	-1,92	0,95
65	-1,02	1,96	-1,78	0,46
70	-0,49	1,77	-1,75	0,82
75	-0,52	1,93	-1,86	0,40
80	-0,59	1,32	-1,67	1,25
85	-0,62	0,91	-1,34	1,46
90	-0,44	0,93	-0,85	1,18
95	-0,72	0,32	-0,52	0,83
100	-0,94	0,23	-0,58	0,91
105	-1,11	0,01	-0,64	0,70
110	-1,09	1,32	-0,86	0,13
115	-1,96	0,94	-0,82	0,35
120	-1,19	0,78	-0,64	0,21
125	-0,41	1,33	-0,90	0,14

130	-0,09	1,09	-1,26	0,49
135	0,74	0,15	-0,93	0,56
140	0,46	0,08	-0,69	0,77
145	-0,06	1,03	-0,86	0,84
150	-0,13	1,22	-0,42	0,20
155	-0,06	0,07	0,02	0,02
160	0,00	0,00	0,01	0,01
165	-0,27	0,00	-0,26	0,00
170	-0,25	0,70	-0,63	0,55
175	0,03	0,34	-0,15	0,89
180	0,01	0,02	-0,77	0,39
185	0,13	0,73	-0,14	0,51
190	0,36	0,31	-0,16	0,29
195	-0,06	0,25	-0,52	0,42
200	-0,24	0,46	-0,69	1,25
205	-0,96	1,09	-0,76	2,23
210	-0,79	1,29	-0,48	3,00
215	-0,61	0,94	-0,60	2,49
220	-0,63	0,29	-0,52	2,69
225	-0,61	0,43	-0,49	2,68
230	-0,83	0,21	-0,46	2,38
235	-1,40	1,06	-0,28	2,30
240	-1,28	0,93	-0,10	2,21
245	-1,20	1,14	0,14	2,20
250	-1,67	1,29	-0,23	2,05
255	-1,05	0,16	-0,10	2,46
260	-1,17	0,81	-0,07	2,02
265	-1,39	1,31	0,01	1,37
270	-1,27	1,74	0,59	3,27
275	-0,74	1,60	0,37	3,04
280	-0,81	1,60	0,60	2,32
285	-0,89	2,03	0,68	2,10
290	-1,16	2,32	0,81	2,23
295	-1,13	2,18	0,85	2,07
300	-0,81	1,20	0,58	1,49
305	-0,48	0,92	0,66	1,27
310	0,30	0,43	0,14	0,20
315	-0,03	0,08	-0,03	0,04
320	0,01	0,01	4,10	5,79
325	-0,42	0,00	0,17	0,53
330	-1,14	0,00	0,19	1,68
335	-1,76	0,00	0,26	2,06
340	-0,08	0,00	-0,37	2,59
345	0,00	0,00	-0,10	2,96
350			-0,49	3,13
355			-0,52	3,51

360	-1,35	2,34
365	-0,98	2,29
370	-1,01	2,11
375	-0,94	2,20
380	-0,52	2,79
385	-0,51	3,53
390	-0,74	3,48
395	-1,17	2,87
400	-1,60	2,26
405	-3,20	0,00
410	-3,50	0,00
415	-3,00	0,00
420	-2,50	0,00
425	-2,70	0,00
430	-2,50	0,00
435	-2,50	0,00
440	-2,50	0,00
445	-1,50	0,00
450	-1,40	0,00
455	-1,40	0,00
460	-1,20	0,00

**Perfil Superficie 7,31 Ladera Alta Primavera**

Distancia (cm)	H. perfil pre	desvest	H. perfil post	desvest
0	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,83	0,02	-0,02	0,49
10	0,62	0,39	0,00	0,63
15	0,40	0,05	-0,02	0,83
20	0,44	0,07	-0,39	1,11
25	0,82	0,15	-1,02	0,75
30	1,46	0,88	0,26	2,52
35	2,09	0,18	-0,01	3,22
40	2,53	0,51	0,01	3,35
45	2,71	0,84	-0,11	3,99
50	2,74	0,97	-0,39	4,83
55	2,58	0,53	-0,06	4,12
60	2,16	1,15	0,32	4,75
65	0,75	2,19	-0,06	4,74
70	1,18	2,74	-0,23	4,88
75	1,42	1,88	-0,35	4,38
80	1,60	1,79	-0,78	4,87
85	1,19	1,00	-1,40	4,51
90	1,47	0,91	-1,07	4,22
95	1,21	0,33	0,30	4,01
100	0,99	0,61	-0,27	3,58

105	1,37	1,12	-0,49	3,79
110	0,86	0,22	-0,37	3,78
115	1,04	0,87	-0,19	3,70
120	0,98	0,89	0,49	3,63
125	0,56	1,54	0,71	3,34
130	1,20	0,56	0,34	2,35
135	0,88	0,65	-0,18	1,70
140	0,47	0,03	0,14	1,42
145	0,45	0,45	0,17	0,70
150	0,44	0,93	-1,01	0,71
155	0,02	0,01	0,02	0,01
160	0,00	0,00	0,00	0,00
165	-0,09	0,60	-0,14	0,62
170	-0,08	0,78	-0,44	0,33
175	0,53	1,38	-0,63	0,88
180	-0,06	0,85	-1,12	0,58
185	0,15	1,17	-1,27	0,64
190	0,71	1,56	-1,56	1,05
195	0,07	1,25	-1,40	0,96
200	-0,22	1,14	-1,19	1,09
205	-0,41	0,90	-1,34	1,29
210	-0,05	1,29	-1,28	1,63
215	0,66	0,09	-0,67	1,75
220	0,97	0,48	-0,57	2,16
225	0,98	0,72	-0,01	2,08
230	0,49	0,40	0,25	1,71
235	0,50	0,23	1,06	0,99
240	0,51	0,09	1,01	1,05
245	0,62	0,13	1,32	1,03
250	0,73	0,31	1,38	1,51
255	0,34	0,77	1,23	1,99
260	0,55	0,24	1,49	1,77
265	0,06	0,84	0,70	3,45
270	0,07	0,60	0,35	3,37
275	-0,22	0,63	0,06	3,07
280	-0,66	0,32	0,32	2,70
285	-0,85	0,49	0,38	2,33
290	-0,79	0,74	0,48	2,04
295	-0,88	0,78	0,44	1,67
300	-0,97	0,68	0,85	0,95
305	-0,76	0,57	0,60	0,01
310	-0,20	0,03	0,31	0,14
315	0,01	0,01	0,07	0,06
320	0,00	0,01	0,32	0,45
325	0,00	0,25		
330	0,65	0,28		

335	0,95	0,10
340	1,00	0,55
345	1,15	0,30
350	1,50	0,33
355	1,55	0,08
360	2,15	0,25
365	1,65	0,70
370	1,30	1,87
375	0,70	0,01
380	0,05	0,58
385	0,00	0,23
390	0,15	0,35
395	0,30	0,17
400	0,50	0,78
405	0,40	0,40
410	-0,50	0,72
415	-1,74	0,00
420	-0,47	0,00
425	0,00	0,00

#### Perfil 7.42 Plano Primavera

Distancia (cm)	H. perfil pre	Desvest	H. perfil post	Desvest
0	-0,16	0,22	0,02	0,27
5	0,17	0,52	0,32	0,24
10	0,31	0,04	0,92	0,19
15	-0,06	0,31	0,07	0,26
20	-0,33	1,00	-1,13	0,94
25	-0,50	1,13	-1,48	1,15
30	-0,62	0,91	-1,38	1,08
35	-0,94	2,95	-2,22	2,75
40	-0,75	2,58	-2,72	2,36
45	-0,52	2,85	-2,67	2,39
50	-0,59	2,98	-2,27	2,53
55	-0,26	2,55	-1,27	1,98
60	-0,18	2,04	-0,37	1,57
65	0,15	1,46	-0,02	0,92
70	0,28	0,60	-0,02	0,22
75	1,02	0,12	0,78	0,63

80	1,40	0,20	0,23	0,85
85	0,78	0,28	0,04	0,35
90	0,46	0,20	0,14	0,19
95	0,19	0,19	0,49	0,00
100	-0,08	0,17	1,19	0,18
105	0,21	0,23	1,44	0,02
110	0,34	0,08	1,69	0,18
115	0,42	0,56	1,79	0,10
120	0,05	0,41	1,99	0,25
125	0,03	1,46	1,69	1,01
130	0,06	0,46	0,90	0,28
135	-0,46	0,62	0,85	0,76
140	3,13	5,08	0,55	1,38
145	0,46	0,57	0,05	0,08
150	0,44	0,37	-0,40	0,05
155	0,22	0,31	0,00	0,06
160	0,00	0,00	0,00	0,00
165	0,33	0,10	-0,15	0,16
170	1,01	0,42	0,20	0,42
175	0,89	0,26	0,15	0,45
180	1,42	0,44	0,16	0,70
185	1,56	1,46	0,21	0,06
190	1,79	1,36	0,46	0,30
195	1,67	1,61	0,36	0,04
200	1,60	1,51	0,71	0,06
205	1,33	0,98	0,56	0,25
210	1,41	0,18	1,01	0,87
215	1,44	2,13	0,02	0,48
220	1,27	1,52	-0,43	0,18
225	0,20	0,78	-0,48	0,41
230	-0,77	1,02	-0,43	1,26
235	-0,63	1,55	-0,68	1,54
240	-0,55	3,28	-0,98	2,71
245	-1,32	3,10	-0,97	3,13
250	-1,44	3,13	-0,82	3,23
255	-2,76	1,75	-0,17	3,19
260	-1,78	1,64	0,43	2,42
265	-1,40	2,38	-0,02	2,67
270	-1,42	2,41	-1,07	2,71
275	-1,29	1,38	-1,47	1,89
280	-0,96	0,78	-1,31	1,23
285	-1,18	0,67	-1,36	1,31
290	-0,49	0,14	-1,41	0,45
295	-0,26	0,10	-1,46	0,26
300	0,02	0,42	-0,71	0,28
305	0,00	0,73	-0,21	0,52

310	-0,22	0,76	-0,17	0,70
315	0,01	0,02	0,02	0,01
320	0,00	0,00	0,00	0,00
325	0,16	1,44	-0,33	0,91
330	0,01	1,75	-0,46	1,23
335	0,42	1,43	-0,79	0,72
340	0,87	0,89	0,03	0,01
345	1,63	0,35	0,10	0,90
350	1,08	0,04	0,32	0,73
355	2,19	1,05	0,53	0,81
360	2,14	0,79	0,95	0,95
365	2,25	1,74	0,82	0,36
370	3,00	1,63	0,54	0,97
375	3,06	1,51	-0,29	1,09
380	1,41	0,41	0,63	0,71
385	-0,44	1,85	0,39	1,62
390	-1,33	1,10	1,56	1,72
395	-2,33	0,21	2,18	1,79
400	-2,12	0,82	2,15	2,08
405	-2,37	0,65	1,52	2,13
410	-2,81	0,37	0,19	2,25
415	-1,41	0,75	0,96	1,52
420	-0,80	1,13	2,02	1,37
425	-0,50	0,66	2,79	0,82
430	-0,29	1,05	1,93	0,95
435	0,67	0,93	0,27	0,19
440	0,47	0,75	-1,78	0,20
445	0,92	1,06	-1,14	0,10
450	0,73	1,02	0,00	0,20
455	0,83	0,00		
460	0,00	0,00		

### Perfil Superficie 7.2 Ladera Media Baja Primavera

Distancia (cm)	H. perfil pre	desvest	H. perfil post	desvest
0	-0,05	0,07	0,00	0,09
5	-0,18	0,04	0,75	0,16
10	-0,46	0,65	1,05	0,79
15	1,31	2,21	1,05	0,63
20	0,73	2,02	1,15	0,91
25	0,40	0,78	0,50	0,27

30	0,07	0,24	0,70	0,12
35	-0,51	0,65	1,05	0,82
40	-0,84	0,62	1,10	1,03
45	-1,27	0,74	0,45	1,42
50	-1,40	1,41	-0,05	1,99
55	-1,48	0,47	-0,75	1,38
60	-1,46	0,79	-2,05	1,59
65	-1,59	1,33	-3,65	2,06
70	-2,57	1,51	-3,40	2,89
75	-3,50	2,05	-3,60	3,92
80	-3,63	2,45	-4,10	4,30
85	-3,06	1,85	-3,45	3,47
90	-3,94	3,31	-4,00	5,13
95	-3,37	2,72	-3,70	4,30
100	-3,30	1,98	-2,80	3,73
105	-2,58	2,59	-1,90	3,65
110	-2,56	2,91	-1,25	3,87
115	-2,49	2,60	-1,10	3,60
120	-0,82	1,02	-0,80	1,30
125	-1,20	0,78	-0,50	1,40
130	-0,23	0,38	0,00	0,43
135	-0,16	0,01	-0,10	0,12
140	-0,69	0,98	-0,10	1,18
145	-1,07	0,03	0,30	0,78
150	-1,45	0,92	-0,70	1,68
155	-0,73	0,03	-0,60	0,54
160	0,00	0,00	0,00	0,00
165	0,39	0,40	0,61	0,00
170	0,58	1,50	-0,02	0,65
175	0,37	1,47	-0,76	0,78
180	0,11	0,95	-1,39	0,59
185	0,35	0,71	-2,18	0,25
190	0,49	0,61	-2,01	0,08
195	0,43	1,07	-0,95	0,46
200	1,02	1,61	-0,63	0,42
205	1,46	2,22	-0,36	0,54
210	1,35	2,33	-0,15	0,70
215	1,59	1,81	-0,44	0,16
220	0,83	2,70	-1,07	1,32
225	1,72	2,39	-1,81	0,47
230	1,41	2,36	-1,79	0,67
235	1,40	2,47	-1,83	0,76
240	1,74	2,38	-1,41	0,45
245	2,13	1,64	-1,45	0,35
250	2,17	1,54	-1,18	0,44
255	1,66	2,08	-1,66	0,30

260	1,65	1,63	-2,35	0,02
265	1,49	1,67	-2,49	0,13
270	1,33	1,85	-3,17	0,37
275	0,92	2,11	-2,61	0,84
280	1,51	2,36	-2,09	0,60
285	1,65	1,27	-1,72	0,27
290	1,14	0,96	-0,71	0,13
295	0,73	0,93	-0,39	0,14
300	0,32	0,76	0,12	0,31
305	-0,04	0,81	-0,06	0,60
310	0,40	0,14	0,10	0,18
315	0,24	0,04	0,17	0,14
320	0,00	0,00	0,00	0,00
325	0,67	0,08	0,80	0,42
330	1,10	0,51	1,69	0,42
335	0,73	0,37	1,09	0,25
340	0,55	0,38	1,18	0,12
345	0,77	0,18	1,08	0,42
350	0,45	0,38	0,57	0,05
355	1,08	0,09	0,27	0,70
360	0,95	0,16	0,21	0,56
365	0,83	0,21	0,91	0,44
370	-0,45	0,35	1,10	0,57
375	-1,83	0,93	0,79	1,95
380	-2,65	0,86	0,10	2,48
385	-2,53	0,45	-0,30	0,00
390	-1,70	1,87	0,00	0,00
395	-1,13	0,60	0,50	0,00
400	-0,50	1,02	-0,20	0,00
405	-0,32	0,52		
410	-1,06	0,00		
415	-0,73	0,00		
420	0,10	0,00		

**Perfil Superficie 7.2 Ladera Media Alta Primavera**

<b>Distancia (cm)</b>	<b>H. perfil pre</b>	<b>Desvest</b>	<b>H. perfil post</b>	<b>Desvest</b>
0	0,00	0,00	0,00	0,00
5	-0,35	0,35	0,59	0,50
10	-0,71	0,01	-0,03	0,51
15	-0,31	0,73	1,61	0,74
20	0,33	1,80	0,99	1,04
25	0,13	1,24	0,37	0,79
30	-0,68	0,82	0,31	1,06
35	-0,69	0,69	-0,26	0,97
40	-0,74	0,62	0,08	0,96
45	0,41	1,41	-0,09	0,71
50	0,65	1,91	-0,10	0,89
55	0,00	1,28	-0,46	0,91
60	0,04	0,37	-1,08	0,23
65	-0,12	0,26	-1,25	0,27
70	-0,97	0,81	-1,26	1,26
75	-0,98	0,25	-2,88	0,86
80	-1,93	0,47	-3,34	1,69
85	-1,89	0,02	-3,51	1,35
90	-2,19	0,41	-3,87	1,84
95	-2,00	0,84	-2,94	2,01
100	-2,45	1,06	-2,60	2,48
105	-2,56	1,07	-2,37	2,56
110	-2,26	1,64	-2,33	2,76
115	-2,82	1,72	-1,55	3,21
120	-2,82	1,16	-1,56	2,81
125	-2,03	1,03	-1,78	2,16
130	-0,93	0,10	-1,49	0,73
135	-0,84	0,90	-1,31	1,23
140	-1,34	0,34	-1,07	1,19
145	-1,15	0,77	-0,59	1,35
150	-1,15	0,21	-0,60	0,96
155	-0,50	0,13	-0,22	0,45
160	0,00	0,00	-0,69	0,00
165	0,27	0,83	0,22	0,39
170	1,05	2,22	-0,71	0,83
175	0,63	2,06	-0,39	1,01
180	1,75	2,39	-0,06	0,45
185	2,03	1,80	-0,14	0,16
190	2,30	1,64	-0,46	0,47
195	2,58	1,90	-0,03	0,48
200	2,75	0,89	0,44	1,31
205	2,28	0,52	1,42	1,24
210	2,45	1,48	1,29	0,68
215	2,33	2,31	1,02	0,01

220	1,80	0,74	0,19	0,75
225	2,23	2,06	0,52	0,12
230	2,05	2,81	0,94	0,54
235	1,43	3,22	0,67	1,27
240	1,25	3,83	0,99	1,83
245	1,13	3,25	1,17	1,50
250	0,95	3,30	1,69	1,66
255	1,48	3,20	1,92	1,22
260	1,10	3,68	2,44	1,82
265	0,63	3,87	3,32	2,29
270	0,05	3,35	2,59	2,33
275	0,63	5,03	2,61	3,11
280	0,70	4,86	1,49	2,95
285	0,23	4,21	1,22	2,82
290	0,20	3,62	0,29	2,42
295	0,97	1,62	0,61	0,46
300	1,05	0,18	-0,16	0,61
305	0,13	0,97	-0,69	0,60
310	-0,25	1,34	-0,26	1,13
315	0,13	0,05	0,06	0,05
320	0,00	0,00	-0,31	0,00
325	0,27	1,03	-1,06	0,00
330	0,34	1,07	0,00	0,00
335	0,16	1,19	0,90	0,00
340	0,63	2,36	1,30	0,00
345	0,45	3,18	1,00	0,00
350	0,42	3,22	0,00	0,00
355	0,59	4,54		
360	1,26	5,29		
365	1,58	6,96		
370	0,55	5,30		
375	0,47	4,29		
380	1,14	4,33		
385	1,46	2,88		
390	2,18	3,28		
395	2,00	2,83		
400	0,97	2,16		
405	1,29	1,71		
410	3,00	0,00		
415	2,00	0,00		
420	1,00	0,00		
425	0,20	0,00		

### 9.3.2 Planillas de datos de Verano

#### **Perfil superficie 7,31 Ladera Alta Verano**

<b>Distancia (cm)</b>	<b>H. perfil pre</b>	<b>Desv.</b>	<b>H. perfil post.</b>	<b>Desv.</b>
0	0,00	0,00	0,01	0,01
5	-0,08	0,29	-0,15	0,30
10	-0,16	1,00	-1,61	0,80
15	0,30	0,79	-2,28	0,35
20	0,32	0,65	-2,49	0,24
25	0,44	0,23	-3,15	1,91
30	0,71	0,12	-3,41	2,16
35	0,23	0,59	-3,67	2,27
40	0,84	0,73	-3,04	3,65
45	1,16	1,86	-2,70	2,92
50	0,58	2,01	-2,16	2,88
55	-0,90	4,27	-1,92	2,29
60	-0,93	4,06	-1,48	2,54
65	-1,07	3,29	-1,35	2,37
70	-0,70	3,22	-1,46	2,69
75	-1,93	3,44	-1,47	3,01
80	-1,76	2,94	-1,88	3,05
85	-2,14	2,66	-1,74	3,16
90	-2,48	2,46	-1,46	3,34
95	-2,21	2,25	-2,12	2,32
100	-2,34	2,18	-2,03	1,80
105	-2,92	1,33	-2,04	2,68
110	-1,70	1,05	-1,70	2,65
115	-1,44	1,27	-2,87	1,07
120	-1,67	0,35	-3,18	0,54
125	-1,40	0,28	-2,54	0,06
130	-1,23	0,21	-1,60	0,05
135	-0,71	0,21	-1,31	0,33
140	-0,55	0,15	-1,33	0,86
145	-0,38	0,34	-1,34	0,82
150	0,34	0,48	0,00	0,00

155	0,10	0,14	0,17	0,10
160	0,60	0,48	0,49	0,02
165	0,85	0,24	-0,25	0,21
170	0,85	0,75	-0,24	0,05
175	0,75	0,69	-0,97	0,81
180	0,50	1,13	-0,71	1,28
185	0,30	1,22	-0,99	2,11
190	0,40	0,59	-1,38	1,38
195	0,55	0,18	-1,86	1,64
200	0,55	0,30	-1,75	1,90
205	0,60	0,00	-2,03	2,31
210	0,70	0,37	-2,02	2,85
215	0,70	0,59	-1,95	3,04
220	1,35	0,52	-1,54	2,17
225	1,20	0,20	-2,02	2,29
230	0,95	0,49	-1,51	2,41
235	0,80	0,51	-1,69	2,53
240	0,80	0,31	-1,43	2,72
245	1,00	0,25	-1,46	2,63
250	0,35	0,98	-0,79	1,69
255	0,30	0,99	-0,98	1,67
260	0,45	0,86	-0,76	1,22
265	-0,15	0,81	-0,90	1,13
270	-0,40	0,96	-0,78	0,69
275	-0,55	0,41	-1,22	0,88
280	-0,05	0,21	-1,21	0,01
285	-1,45	1,43	-0,79	0,55
290	-1,55	0,95	-0,73	0,18
295	-1,30	1,10	-0,01	1,15
300	-1,10	1,19	-0,25	1,48
305	-0,30	0,42	-0,58	1,10
310	0,00	0,00	-0,22	0,30
315	0,19	0,14	-0,27	0,39
320	0,02	0,48	-0,20	0,00
325	-0,39	1,19	-0,55	0,00
330	-0,01	0,76	-1,10	0,00
335	0,38	1,32	-0,85	0,00
340	0,47	1,03	0,00	0,00
345	0,65	1,30		
350	0,49	0,52		
355	1,17	0,80		
360	1,06	1,50		
365	1,10	0,00		
370	1,19	0,00		
375	0,43	0,00		
380	0,32	0,00		

<b>385</b>	<b>0,31</b>	<b>0,00</b>
<b>390</b>	<b>0,26</b>	<b>0,00</b>

### **Perfil superficie 7,31 Ladera Baja Verano**

<b>Distancia (cm)</b>	<b>H. perfil post</b>	<b>Desv.</b>	<b>H. perfil pre.</b>	<b>Desv.</b>
<b>0</b>	0,000	0,000	-0,050	0,071
<b>5</b>	-0,090	0,230	-1,882	1,751
<b>10</b>	0,871	1,520	-1,914	1,027
<b>15</b>	0,831	1,538	-1,846	0,727
<b>20</b>	1,192	0,990	-2,178	0,003
<b>25</b>	1,253	0,159	-2,260	0,368
<b>30</b>	1,363	0,318	-2,992	0,102
<b>35</b>	1,474	0,194	-2,524	0,402
<b>40</b>	1,684	0,849	-2,906	0,218
<b>45</b>	2,345	0,442	-3,438	0,484
<b>50</b>	2,105	0,742	-3,570	0,467
<b>55</b>	1,816	0,689	-3,652	1,086
<b>60</b>	2,626	1,344	-3,434	0,291
<b>65</b>	2,437	0,866	-2,716	0,079
<b>70</b>	2,747	1,237	-2,548	0,379
<b>75</b>	2,608	0,548	-2,380	0,113
<b>80</b>	1,668	1,131	-1,962	0,484
<b>85</b>	1,879	0,088	-2,344	0,701
<b>90</b>	1,739	0,177	-1,326	0,331
<b>95</b>	1,350	0,513	-0,708	0,385
<b>100</b>	1,210	0,495	-0,190	1,146
<b>105</b>	0,420	1,255	-0,622	2,260
<b>110</b>	-0,019	1,662	-0,754	2,950
<b>115</b>	-0,308	1,290	-0,236	2,438
<b>120</b>	0,202	0,354	1,232	2,987

125	0,563	0,371	0,250	4,172
130	0,273	0,601	0,268	3,236
135	0,183	0,548	0,086	2,865
140	-0,056	0,283	-0,196	1,929
145	-0,195	0,265	-0,428	0,639
150	-0,005	0,007	0,000	0,000
155	0,243	0,343	0,098	0,139
160	0,233	0,759	1,494	1,273
165	0,475	0,397	1,540	2,053
170	0,466	0,460	0,385	1,418
175	0,456	1,317	0,031	1,208
180	0,397	1,255	0,726	0,221
185	0,538	0,627	-0,279	0,788
190	0,180	1,272	-0,233	0,861
195	0,221	1,210	-0,387	0,339
200	0,162	1,430	-0,592	0,229
205	0,153	1,722	-0,597	1,363
210	0,544	2,862	-1,001	0,658
215	1,135	2,304	-1,656	0,118
220	1,226	2,737	-2,310	0,096
225	1,967	4,231	-2,565	0,028
230	2,758	4,522	-2,919	0,465
235	2,999	5,733	-2,724	0,180
240	4,190	5,458	-3,078	0,458
245	3,681	5,325	-3,533	0,531
250	3,772	4,202	-3,187	0,038
255	3,713	4,423	-2,792	0,525
260	3,453	4,644	-2,696	0,948
265	3,395	4,157	-2,551	0,875
270	3,136	3,671	-2,155	1,155
275	2,827	3,255	-1,410	1,790
280	2,168	3,334	-1,514	0,373
285	0,858	1,363	-0,919	0,654
290	0,499	2,007	0,627	1,854
295	0,390	1,167	0,323	1,569
300	-0,119	1,459	0,268	0,365
305	-0,327	0,230	0,264	0,062
310	-0,437	0,646	0,059	0,078
315	0,004	0,000	0,008	0,000

### Perfil Superficie 7,42 Plano Verano

Distancia (cm)	H. perfil pre	desvest	H. perfil post	desvest
0	-0,02	0,00	-0,02	0,00
5	-0,181	1,11	0,81	1,78
10	-0,892	0,31	-4,75	6,90
15	-0,903	0,63	-5,47	7,03
20	-1,914	1,99	-6,48	5,03
25	-1,875	3,29	-7,00	4,45
30	-1,686	5,08	-5,02	3,45
35	-1,697	6,02	-3,73	0,95
40	-1,508	5,69	-3,25	1,10
45	-2,419	4,93	-1,86	0,58
50	-4,28	3,54	1,02	2,97
55	-3,891	2,07	1,90	2,25
60	-3,752	1,53	2,09	1,24
65	-3,763	1,20	2,82	1,58
70	-4,774	1,99	3,36	2,06
75	-4,235	2,30	3,14	1,91
80	-3,496	1,61	3,07	1,68
85	-2,557	1,49	2,36	2,80

90	-1,768	0,59	0,64	2,79
95	-1,529	1,18	-0,02	1,99
100	-1,29	2,33	-2,19	0,21
105	-0,801	1,01	-2,21	0,34
110	-1,062	1,03	-2,42	0,89
115	-1,273	0,84	-2,64	0,45
120	-1,384	2,32	-2,50	0,93
125	-3,145	1,87	-2,07	0,00
130	-3,056	0,06	-2,09	0,27
135	-1,967	0,98	-1,75	0,75
140	-1,528	0,96	-1,42	0,95
145	-0,839	0,02	-0,73	0,93
150	0	0,00	0,00	0,00
155	0,4	0,57	0,25	0,35
160	0,068	0,89	-0,12	1,16
165	0,136	1,08	-4,40	6,92
170	0,304	1,83	-0,82	1,87
175	0,672	2,02	-1,19	2,25
180	1,04	2,21	-1,62	2,43
185	1,608	2,53	-0,79	1,68
190	1,776	2,58	-0,56	1,36
195	2,394	2,41	-0,18	0,40
200	2,062	2,18	-0,06	0,36
205	1,48	1,44	0,52	0,82
210	0,998	1,98	0,55	1,49
215	0,166	1,89	0,32	2,94
220	-0,566	1,51	-0,10	3,68
225	-2,148	2,75	-0,52	4,56
230	-2,93	2,73	-0,80	4,94
235	-2,562	1,64	-1,42	5,26
240	-2,494	1,26	-2,69	3,66
245	-2,176	0,03	-3,06	2,21
250	-2,258	0,08	-3,99	0,41
255	-2,09	0,27	-3,26	0,79
260	-1,622	0,88	-3,13	0,47
265	-1,704	1,00	-3,31	0,57
270	-1,036	0,62	-3,13	0,04
275	-0,368	1,23	-2,45	0,77
280	0	0,28	-2,78	0,88
285	0,468	0,05	-1,95	0,36
290	1,086	0,97	-1,22	0,82
295	1,154	1,63	-0,59	0,29
300	0,722	0,88	-0,37	0,24
305	1,24	2,04	0,21	0,13
310	0,008	0,01	-1,31	1,82
315	0,1	0,00	-1,69	2,42

<b>320</b>	<b>-2,80</b>	<b>0,00</b>
<b>325</b>	<b>-2,80</b>	<b>0,00</b>
<b>330</b>	<b>-1,40</b>	<b>0,00</b>
<b>335</b>	<b>-1,30</b>	<b>0,00</b>
<b>340</b>	<b>-0,40</b>	<b>0,00</b>
<b>345</b>	<b>-0,30</b>	<b>0,00</b>
<b>350</b>	<b>0,40</b>	<b>0,00</b>

## Perfil Superficie 7,33 Verano

Distancia (cm)	H. perfil pre	desvest	H. perfil post	desvest	
0	0,38		0,75	-0,38	0,68
5	-0,01		0,86	-1,61	0,98
10	-0,19		1,01	-2,86	2,19
15	-0,90		2,01	-4,07	2,10
20	-0,86		3,30	-5,05	2,80
25	-1,49		3,68	-5,80	2,60
30	-1,72		3,86	-6,53	3,19
35	-2,43		3,43	-6,71	3,37
40	-2,77		3,00	-6,94	3,03
45	-2,95		2,71	-8,42	5,03
50	-3,43		2,71	-8,28	4,97
55	-3,72		2,03	-7,68	4,83
60	-4,50		2,30	-6,86	5,03
65	-4,63		2,09	-6,17	3,89
70	-4,94		2,04	-5,62	3,06
75	-5,20		2,34	-5,58	1,83
80	-4,36		2,36	-5,23	1,71
85	-3,77		2,85	-6,09	1,07
90	-3,72		2,64	-5,62	1,43
95	-3,33		2,34	-5,12	1,76
100	-3,19		2,50	-4,63	1,79
105	-2,35		2,07	-4,06	1,54
110	-2,43		1,98	-2,69	1,29
115	-2,14		2,14	-1,82	1,65
120	-1,77		1,92	-0,92	2,15
125	-1,63		1,11	-0,70	2,84
130	-1,56		1,26	0,15	3,44
135	-1,27		1,23	1,09	3,46
140	-0,78		1,28	1,91	4,20
145	-0,29		0,72	1,91	3,89
150	-0,10		0,14	2,25	4,50
155	-0,23		0,82	0,00	0,00
160	0,48		1,64	-0,79	0,72
165	0,23		1,81	-0,36	0,48
170	-0,05		1,99	-0,08	1,55
175	-0,35		1,76	0,75	3,38
180	-0,72		0,99	0,50	3,21
185	-0,94		0,38	0,08	2,97
190	-0,52		0,91	0,49	3,19
195	-0,19		0,84	1,00	3,58
200	0,11		1,08	1,73	2,80
205	1,04		1,34	2,03	2,98

<b>210</b>	<b>1,24</b>	<b>1,11</b>	<b>1,19</b>	<b>2,80</b>
<b>215</b>	<b>1,99</b>	<b>1,18</b>	<b>0,69</b>	<b>2,47</b>
<b>220</b>	<b>2,56</b>	<b>1,41</b>	<b>0,85</b>	<b>2,56</b>
<b>225</b>	<b>2,49</b>	<b>1,82</b>	<b>1,28</b>	<b>3,56</b>
<b>230</b>	<b>2,12</b>	<b>2,25</b>	<b>0,83</b>	<b>3,27</b>
<b>235</b>	<b>1,27</b>	<b>2,86</b>	<b>0,74</b>	<b>3,15</b>
<b>240</b>	<b>1,17</b>	<b>3,08</b>	<b>0,40</b>	<b>4,08</b>
<b>245</b>	<b>0,79</b>	<b>2,24</b>	<b>0,13</b>	<b>4,33</b>
<b>250</b>	<b>0,19</b>	<b>1,29</b>	<b>0,08</b>	<b>3,94</b>
<b>255</b>	<b>-0,30</b>	<b>1,41</b>	<b>0,39</b>	<b>4,15</b>
<b>260</b>	<b>-0,70</b>	<b>1,93</b>	<b>0,02</b>	<b>4,67</b>
<b>265</b>	<b>-0,13</b>	<b>2,49</b>	<b>0,17</b>	<b>4,22</b>
<b>270</b>	<b>-0,13</b>	<b>3,56</b>	<b>0,18</b>	<b>3,04</b>
<b>275</b>	<b>-1,35</b>	<b>2,05</b>	<b>-0,14</b>	<b>2,41</b>
<b>280</b>	<b>-0,07</b>	<b>4,44</b>	<b>0,19</b>	<b>2,13</b>
<b>285</b>	<b>-0,05</b>	<b>3,86</b>	<b>-0,43</b>	<b>1,93</b>
<b>290</b>	<b>0,00</b>	<b>3,54</b>	<b>-0,45</b>	<b>2,72</b>
<b>295</b>	<b>-0,25</b>	<b>2,97</b>	<b>-0,52</b>	<b>2,29</b>
<b>300</b>	<b>-0,47</b>	<b>1,78</b>	<b>0,09</b>	<b>2,01</b>
<b>305</b>	<b>-0,64</b>	<b>1,30</b>	<b>-0,98</b>	<b>2,44</b>
<b>310</b>	<b>0,08</b>	<b>0,43</b>	<b>-0,83</b>	<b>0,80</b>
<b>315</b>	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>	<b>0,50</b>	<b>0,99</b>
<b>320</b>	<b>-0,26</b>	<b>0,00</b>	<b>-2,63</b>	<b>0,00</b>
<b>325</b>	<b>1,71</b>	<b>0,00</b>	<b>-2,44</b>	<b>0,00</b>
<b>330</b>	<b>-0,22</b>	<b>0,00</b>	<b>-5,26</b>	<b>0,00</b>
<b>335</b>	<b>1,45</b>	<b>0,00</b>	<b>-5,07</b>	<b>0,00</b>
<b>340</b>	<b>0,02</b>	<b>0,00</b>	<b>-3,58</b>	<b>0,00</b>

### Perfil Superficie 7,2 Ladera Media Alta Verano

Distancia (cm)	H. perfil pre	desvest	H. perfil post	desvest
0	0,00	0,00	0,00	0,00
5	-0,20	0,19	-0,38	0,78
10	-0,44	0,53	-1,42	1,92
15	-0,69	0,55	-2,16	1,65
20	-0,89	0,36	-2,89	1,23
25	-1,59	0,45	-3,08	1,31
30	-2,08	0,39	-3,76	0,54
35	-2,88	0,48	-3,90	0,02
40	-2,53	0,63	-4,23	0,44
45	-3,22	0,97	-4,12	0,50
50	-3,57	1,51	-4,10	0,28
55	-4,02	2,63	-4,04	0,28
60	-4,11	3,53	-3,87	0,13
65	-4,16	3,23	-3,06	0,94
70	-4,16	4,13	-3,84	0,45
75	-3,81	5,52	-3,53	0,60
80	-2,75	3,95	-3,06	0,82
85	-2,15	3,86	-2,80	0,45
90	-1,35	2,36	-2,68	1,07
95	-1,19	2,20	-2,82	1,07
100	-0,04	1,61	-2,80	1,41
105	-0,29	1,31	-3,29	1,05
110	-0,18	1,79	-3,42	1,19
115	0,37	1,63	-2,41	0,69
120	0,22	1,33	-1,74	0,25
125	0,18	0,88	-1,88	0,67
130	0,38	0,37	-1,81	0,52
135	-0,32	0,00	-1,15	1,08
140	-0,47	0,16	-0,38	1,78
145	-0,31	0,46	-0,16	0,15
150	-0,70	0,99	0,05	0,07
155	0,82	0,25	0,14	0,20
160	5,07	5,48	0,68	1,53
165	3,92	7,03	-0,04	0,68

170	-0,88	0,68	0,05	0,67
175	-1,03	1,67	-0,27	0,66
180	-1,78	2,38	-0,04	0,87
185	-1,78	2,17	0,25	1,00
190	-1,99	1,68	0,54	1,42
195	-2,29	1,33	0,27	2,05
200	-2,24	0,90	0,51	3,25
205	-1,74	0,69	0,34	3,03
210	-1,39	0,41	0,13	3,44
215	-1,04	0,84	0,11	3,72
220	-0,64	1,34	0,55	3,64
225	-1,05	1,41	0,38	3,85
230	-1,30	1,41	0,57	4,69
235	-1,90	0,78	0,75	4,68
240	-2,75	0,07	0,53	4,39
245	-3,15	0,14	0,02	3,82
250	-3,30	0,14	0,26	3,74
255	-3,56	0,13	0,64	3,73
260	-3,41	0,43	0,57	4,36
265	-3,36	0,86	1,51	3,58
270	-3,66	0,51	2,20	2,44
275	-4,61	0,65	2,13	2,36
280	-3,76	1,79	2,82	2,64
285	-4,16	1,86	2,60	1,78
290	-4,12	1,29	2,49	1,35
295	-3,92	1,23	2,47	2,05
300	-3,17	0,38	2,01	1,41
305	-1,92	0,81	2,34	0,62
310	-2,17	0,81	0,67	1,01
315	-2,70	0,00	-0,12	0,00

### Perfil Superficie 7,2 Ladera Media Baja Verano

Distancia (cm)	H. perfil pre	desvest	H. perfil post	desvest
0	0	0,000	0	0
5	0,095	0,813	2,264	0
10	0,19	0,919	4,728	0
15	0,335	0,672	4,192	0
20	-0,17	0,636	3,156	0
25	-1,625	1,874	2,52	0
30	-1,68	1,414	3,184	0
35	-2,035	2,369	3,348	0
40	-2,29	2,616	3,812	0
45	-2,345	3,429	3,876	0
50	-2,85	3,182	4,04	0
55	-2,305	2,864	3,904	0
60	-2,76	2,546	3,868	0
65	-2,315	1,803	2,932	0
70	-2,87	1,626	4,796	0
75	-2,975	1,379	2,76	0
80	-2,78	2,687	2,824	0
85	-3,435	2,227	3,088	0
90	-3,74	1,838	3,252	0
95	-1,845	1,450	3,016	0
100	-2,35	1,485	2,58	0
105	-2,755	2,227	2,544	0
110	-2,11	1,344	2,108	0
115	-2,565	2,157	1,172	0
120	-2,62	2,263	1,536	0
125	-2,725	3,005	0,4	0
130	-2,03	1,344	2,364	0
135	-1,935	0,247	1,528	0
140	-1,34	0,141	4,892	0
145	-1,045	0,247	4,556	0
150	-0,05	0,071	0,02	0
155	0	0,000	0	0
160	0,082	0,832	-0,19	0
165	0,564	1,307	-1,18	0
170	0,096	0,546	-1,37	0
175	0,178	0,144	-2,56	0
180	-0,04	0,014	2,05	0
185	-0,258	0,738	0,46	0
190	-0,526	1,109	1,97	0
195	-0,094	0,065	1,58	0
200	-0,262	0,413	2,49	0
205	-0,48	0,113	2,1	0

210	0,702	0,611	1,41	0
215	1,884	0,221	1,02	0
220	1,866	1,335	2,33	0
225	1,898	1,106	2,34	0
230	1,73	1,301	2,65	0
235	-0,238	3,335	2,86	0
240	-0,456	4,873	2,27	0
245	1,426	2,028	2,28	0
250	1,258	1,233	1,59	0
255	1,04	0,509	1,2	0
260	0,222	0,634	0,81	0
265	-0,296	0,475	1,02	0
270	1,036	0,037	1,03	0
275	1,618	0,229	3,44	0
280	1,15	0,424	2,75	0
285	1,932	0,441	1,86	0
290	2,564	0,387	1,27	0
295	1,396	0,334	1,48	0
300	0,678	0,634	0,89	0
305	0,46	0,651	0,3	0
310	-0,358	0,102	1,8	0
315	-0,226	0,331	1,5	0
320	-1,09	0,000	0,6	0
325	0,88	0,000	1,4	0
330	-0,85	0,000	1,2	0
335	0,02	0,000	2	0
340			2	0
345			1,5	0

### 9.3.3 Planillas de datos de Invierno

Perfil superficie 7.31 Ladera baja Primavera

<b>Distancia (cm)</b>	<b>H. perfil pre</b>	<b>desvest</b>	<b>H. perfil post</b>	<b>desvest</b>
0	0,00	0,00	0,03	0,04
5	-0,10	0,73	0,02	0,88
10	1,94	1,38	0,21	1,23
15	1,24	2,82	0,05	1,65
20	0,73	3,12	0,14	1,87
25	0,63	2,86	-0,27	2,50
30	0,07	2,81	-0,38	2,86
35	-0,28	3,33	-0,44	3,42
40	-0,54	2,99	0,10	2,29
45	0,11	3,65	0,24	2,01
50	0,85	2,89	0,83	1,65
55	0,95	2,91	0,47	2,08
60	0,45	2,08	0,06	2,43
65	0,44	2,25	-0,40	3,99
70	0,04	2,83	-0,21	4,34
75	0,08	2,50	-0,02	4,41
80	1,23	1,04	-0,43	4,20
85	1,22	1,06	-0,64	3,00
90	1,02	0,79	-0,90	2,72
95	1,06	0,60	-1,01	3,21
100	0,86	0,48	-1,47	3,63
105	0,56	0,22	-1,13	2,79
110	0,35	0,61	-0,74	2,01
115	0,00	0,05	-1,15	2,79
120	0,24	0,99	-0,91	2,50
125	0,24	0,12	-2,27	0,38
130	0,03	0,39	-1,73	0,47
135	-0,32	1,14	-0,74	0,68
140	-0,08	0,20	0,40	0,17
145	0,17	0,45	-0,46	0,31
150	0,16	0,62	-0,32	0,31
155	0,06	0,07	0,12	0,17

160	0,00	0,00	0,04	0,05
165	0,19	1,01	0,29	0,71
170	0,78	1,73	0,19	0,73
175	0,72	1,81	-0,12	0,10
180	0,76	2,32	-0,02	0,91
185	1,00	1,70	0,12	0,72
190	0,88	1,01	0,37	0,67
195	0,77	0,60	0,16	0,83
200	0,56	1,19	0,11	0,64
205	0,80	0,71	1,00	0,61
210	0,49	0,72	1,00	0,59
215	-0,67	1,23	-1,11	1,97
220	-0,68	0,26	-1,16	2,63
225	-0,24	0,91	-1,76	3,22
230	-0,25	1,63	-1,77	3,94
235	0,09	1,29	-1,07	3,68
240	0,07	1,59	-0,73	4,34
245	0,41	1,25	-0,28	3,58
250	0,80	0,85	0,06	4,38
255	0,84	0,22	0,91	3,48
260	1,48	1,95	1,90	4,07
265	2,12	1,58	2,40	3,24
270	1,56	3,05	2,85	2,91
275	1,15	3,18	3,14	2,64
280	1,19	3,94	3,44	2,52
285	0,78	2,79	3,43	1,98
290	0,46	2,64	3,38	0,23
295	0,45	1,91	2,47	1,45
300	0,04	1,33	0,77	1,28
305	-0,37	1,46	0,41	1,62
310	-0,68	0,74	-0,94	0,17
315	0,06	0,06	0,30	1,01
320	0,05	0,07	0,00	0,00
325	-0,42	0,00	0,17	0,53

### Perfil superficie 7.31 Ladera Alta de Primavera

Distancia (cm)	H. perfil pre	desvest	H. perfil post	desvest
0	0,01	0,02	0,55	0,78
5	0,41	1,19	0,52	0,74
10	1,11	1,79	1,10	0,29
15	1,10	1,55	1,12	0,26
20	1,20	1,73	1,04	2,06
25	1,30	1,91	1,77	1,46
30	1,50	2,51	2,04	2,07
35	0,74	1,77	3,21	1,68
40	-0,21	0,75	3,63	1,37
45	-0,76	1,15	3,76	1,33
50	-0,91	1,82	3,38	0,88
55	-0,32	2,57	2,95	0,49
60	-0,62	2,89	2,73	0,39
65	-1,02	3,21	2,05	1,77
70	-0,82	2,97	0,87	0,46
75	-1,12	3,43	0,34	0,93
80	-1,03	3,19	0,17	1,88
85	-1,48	2,73	-0,36	2,35
90	-1,78	3,76	-0,34	1,89
95	-2,04	5,00	-0,36	2,21
100	-2,14	5,32	0,11	1,68
105	-1,99	5,15	-0,72	1,30
110	-2,49	4,62	0,11	1,97
115	-3,05	5,44	0,98	2,29
120	-2,85	4,35	0,95	2,05
125	-3,20	4,03	0,33	1,66
130	-3,70	4,49	0,05	1,06
135	-3,55	4,46	-0,28	1,10
140	-3,46	4,78	0,44	1,21
145	-3,66	5,53	0,92	0,97
150	-4,66	4,44	1,54	1,22
155	-4,11	5,82	0,66	0,90
160	-0,19	0,44	0,01	0,02
165	-0,30	0,57	0,28	0,09
170	-0,25	0,35	0,34	0,59
175	-0,20	0,13	0,65	1,59
180	-0,36	0,62	1,02	1,38
185	-0,82	0,16	1,63	1,39
190	-0,57	0,24	1,70	1,47
195	-0,97	0,25	1,86	1,40
200	-0,63	0,47	2,07	1,69
205	-0,59	0,59	1,94	1,62

210	-1,09	0,58	1,35	1,20
215	-1,45	1,63	1,02	1,42
220	-2,05	1,34	1,48	0,65
225	-2,05	1,48	1,54	0,87
230	-2,41	1,82	2,21	0,66
235	-2,62	1,96	2,02	0,81
240	-2,07	2,02	1,79	1,59
245	-2,38	1,59	1,35	2,38
250	-2,18	1,73	1,26	1,96
255	-2,14	1,51	1,08	0,97
260	-2,79	0,72	1,24	0,48
265	-2,70	0,86	1,11	0,15
270	-2,70	0,28	0,72	0,14
275	-2,71	0,42	0,78	0,63
280	-2,06	0,62	0,70	0,08
285	-2,57	3,44	-0,04	0,83
290	-2,57	3,58	0,38	0,12
295	-0,02	0,67	0,14	1,03
300	-1,38	1,87	-0,50	1,80
305	-0,64	1,51	-0,23	1,30
310	-0,34	0,06	-0,22	0,45
315	-0,64	0,49	-0,40	0,12
320	0,00	0,00	0,00	0,00
325	-0,42	0,00	0,17	

### Perfil superficie 7.2 Ladera Media Baja de Primavera

Distancia (cm)	H. perfil pre	desvest	H. perfil post	desvest
0	0,00	0,00	0,05	0,08
5	0,02	0,28	0,60	1,27
10	-1,22	1,62	0,69	0,42
15	-1,50	1,47	0,78	0,00
20	-1,23	0,97	0,32	0,36
25	-2,02	1,25	0,41	0,50
30	-2,15	0,47	1,80	1,06
35	-2,88	0,81	2,19	1,35
40	-3,02	1,16	2,13	1,13
45	-3,05	1,37	1,27	1,91
50	-3,04	1,65	1,21	2,12
55	-2,37	0,44	0,05	1,91
60	-2,45	0,01	-0,31	1,98
65	-2,69	0,64	-0,92	1,27
70	-2,72	0,71	-1,23	0,85
75	-2,85	0,07	-2,69	2,61
80	-3,14	0,08	-1,70	2,19
85	-3,42	0,08	-2,36	1,41
90	-2,85	0,55	-2,02	0,07
95	-3,34	0,97	-2,68	0,28
100	-4,07	0,47	-2,54	0,77
105	-4,20	0,17	-2,29	0,15
110	-2,99	0,89	-0,50	0,86
115	-2,67	0,81	-1,06	0,93
120	-2,05	0,38	-1,12	1,42
125	-1,99	0,16	-0,98	1,64
130	-1,82	0,08	-0,69	3,05
135	-0,75	1,14	-0,05	2,42
140	-1,04	1,42	0,04	1,57
145	-1,12	2,26	-0,22	1,50
150	-0,70	0,70	0,02	0,41
155	0,06	0,08	0,01	0,01
160	0,00	0,00	0,00	0,00
165	-0,39	0,48	0,82	1,53

170	-0,48	1,39	0,69	1,43
175	-0,42	0,52	0,71	0,69
180	-1,21	0,44	0,48	0,74
185	-1,40	0,07	0,40	0,42
190	-1,54	0,34	0,42	0,25
195	-0,23	2,23	0,19	0,27
200	-0,97	1,94	-0,79	0,16
205	-1,11	1,64	-0,77	0,89
210	-1,30	1,70	-0,65	0,64
215	-1,14	1,97	0,02	1,73
220	-0,78	1,53	-0,56	1,75
225	0,03	2,29	-0,29	0,86
230	0,24	2,35	-0,47	0,47
235	-0,70	3,46	-0,50	0,57
240	-0,29	2,67	-0,38	0,03
245	-0,63	3,08	0,29	0,69
250	-0,47	2,36	0,96	0,08
255	-0,66	1,99	1,13	0,95
260	-0,50	2,40	1,75	0,64
265	0,36	0,83	1,62	1,10
270	-0,33	0,10	1,59	0,72
275	-0,47	0,54	0,66	0,34
280	-0,81	0,98	-0,17	2,64
285	-1,05	0,85	0,25	1,34
290	-0,84	1,64	-0,53	1,09
295	-0,78	2,22	0,24	1,90
300	0,33	1,60	0,61	1,29
305	0,54	1,12	1,28	2,80
310	0,10	1,13	0,70	2,97
315	0,21	0,93	1,17	1,51
320	0,00	0,00	0,00	0,00
325	-0,42	0,00	0,17	0,53

### Perfil superficie 7.2 Ladera Media Alta de Primavera

Distancia (cm)	H. perfil pre	desvest	H. perfil post	desvest
0	0,01	0,02	0,55	0,78
5	0,41	1,19	0,52	0,74
10	1,11	1,79	1,10	0,29
15	1,10	1,55	1,12	0,26
20	1,20	1,73	1,04	2,06
25	1,30	1,91	1,77	1,46
30	1,50	2,51	2,04	2,07
35	0,74	1,77	3,21	1,68
40	-0,21	0,75	3,63	1,37
45	-0,76	1,15	3,76	1,33
50	-0,91	1,82	3,38	0,88
55	-0,32	2,57	2,95	0,49
60	-0,62	2,89	2,73	0,39
65	-1,02	3,21	2,05	1,77
70	-0,82	2,97	0,87	0,46
75	-1,12	3,43	0,34	0,93
80	-1,03	3,19	0,17	1,88
85	-1,48	2,73	-0,36	2,35
90	-1,78	3,76	-0,34	1,89
95	-2,04	5,00	-0,36	2,21
100	-2,14	5,32	0,11	1,68
105	-1,99	5,15	-0,72	1,30
110	-2,49	4,62	0,11	1,97
115	-3,05	5,44	0,98	2,29
120	-2,85	4,35	0,95	2,05

125	-3,20	4,03	0,33	1,66
130	-3,70	4,49	0,05	1,06
135	-3,55	4,46	-0,28	1,10
140	-3,46	4,78	0,44	1,21
145	-3,66	5,53	0,92	0,97
150	-4,66	4,44	1,54	1,22
155	-4,11	5,82	0,66	0,90
160	-0,19	0,44	0,01	0,02
165	-0,30	0,57	0,28	0,09
170	-0,25	0,35	0,34	0,59
175	-0,20	0,13	0,65	1,59
180	-0,36	0,62	1,02	1,38
185	-0,82	0,16	1,63	1,39
190	-0,57	0,24	1,70	1,47
195	-0,97	0,25	1,86	1,40
200	-0,63	0,47	2,07	1,69
205	-0,59	0,59	1,94	1,62
210	-1,09	0,58	1,35	1,20
215	-1,45	1,63	1,02	1,42
220	-2,05	1,34	1,48	0,65
225	-2,05	1,48	1,54	0,87
230	-2,41	1,82	2,21	0,66
235	-2,62	1,96	2,02	0,81
240	-2,07	2,02	1,79	1,59
245	-2,38	1,59	1,35	2,38
250	-2,18	1,73	1,26	1,96
255	-2,14	1,51	1,08	0,97
260	-2,79	0,72	1,24	0,48
265	-2,70	0,86	1,11	0,15
270	-2,70	0,28	0,72	0,14
275	-2,71	0,42	0,78	0,63
280	-2,06	0,62	0,70	0,08
285	-2,57	3,44	-0,04	0,83
290	-2,57	3,58	0,38	0,12
295	-0,02	0,67	0,14	1,03
300	-1,38	1,87	-0,50	1,80
305	-0,64	1,51	-0,23	1,30
310	-0,34	0,06	-0,22	0,45
315	-0,64	0,49	-0,40	0,12
320	0,00	0,00	0,00	0,00
325	-0,42	0,00	0,17	0,00

**Perfil superficie 7.42 Plano de primavera.**

<b>Distancia (cm)</b>	<b>H. perfil pre</b>	<b>desvest</b>	<b>H. perfil post</b>	<b>desvest</b>
0	0,00	0,00	0,01	0,01
5	-0,11	0,17	-1,00	1,41
10	-0,82	0,08	-1,76	2,06
15	-0,93	0,34	-2,81	0,13
20	-0,29	1,23	-1,62	1,44
25	0,30	2,62	-0,92	1,16
30	0,44	2,66	0,88	0,18
35	-0,22	3,41	2,27	1,37
40	0,57	2,81	2,07	1,51
45	1,11	1,44	1,86	2,21
50	0,80	1,84	2,06	2,20
55	-0,06	1,51	2,10	1,84
60	0,88	1,33	0,20	1,55
65	1,17	1,50	0,29	0,41
70	1,61	0,47	-0,02	1,25
75	0,65	0,28	-0,22	1,10
80	-0,16	0,25	0,48	1,24

85	-1,42	0,55	0,02	1,30
90	-1,43	0,16	-1,14	0,33
95	-1,29	1,02	-1,54	0,20
100	-1,15	1,91	-0,95	0,77
105	-2,46	1,60	-0,85	1,20
110	-3,27	1,85	-0,95	1,49
115	-2,98	2,11	-0,26	3,20
120	-2,39	2,08	-0,17	3,63
125	-2,50	1,77	-0,12	3,42
130	-2,56	1,39	-0,88	2,65
135	-1,57	0,79	-0,13	0,04
140	-0,53	0,44	-0,64	0,37
145	-0,54	0,33	-0,69	0,86
150	-0,25	0,49	-0,25	0,93
155	-0,01	0,11	0,15	0,21
160	-0,40	0,57	-0,01	0,01
165	-0,37	0,75	-0,01	0,00
170	-0,94	0,93	0,34	0,76
175	-1,56	1,33	0,39	1,24
180	-1,68	1,02	0,74	2,72
185	-1,55	0,49	0,69	4,89
190	-1,92	0,40	1,19	5,73
195	-1,84	0,93	0,79	4,44
200	-1,71	1,26	0,34	4,36
205	-1,68	0,74	0,49	3,85
210	-2,00	0,71	0,49	4,26
215	-2,42	1,24	-0,06	4,03
220	-3,54	2,63	0,24	3,73
225	-3,46	1,90	0,24	3,58
230	-3,28	1,58	0,14	2,86
235	-3,80	2,40	-0,01	2,63
240	-4,12	2,80	-0,41	3,32
245	-3,59	2,14	-0,31	3,31
250	-3,46	1,19	-0,01	2,16
255	-3,43	0,66	-0,11	2,15
260	-3,40	0,42	-0,16	3,20
265	-2,42	0,68	0,44	3,46
270	-2,24	0,23	-0,36	2,88
275	-1,41	0,16	-0,81	2,94
280	-1,13	0,89	-0,61	3,63
285	-1,00	0,85	0,54	5,39
290	0,03	0,61	0,89	5,16
295	0,31	0,44	1,19	4,72
300	0,39	0,30	1,89	4,99
305	-0,43	0,04	2,44	4,77
310	-0,10	0,42	3,09	5,39

<b>315</b>	<b>-0,57</b>	<b>1,03</b>	<b>3,34</b>	<b>4,74</b>
<b>320</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>325</b>	<b>-0,42</b>	<b>0,00</b>	<b>0,17</b>	<b>0,53</b>

## 9.4 PENDIENTE

### 9.4.1 Planilla de datos de Verano

SITIO	POSICIÓN	Pendiente Verano %	Pend. Promedio	Distancia entrefila (m)	Prom. Distancia (m)
7,2	MEDIA-ALTA	6,41	6,2275	3,15	<b>3,18</b>
7,2	MEDIA-ALTA	7,7		3,2	
7,2	MEDIA-ALTA	5,62		3,15	
7,2	MEDIA-ALTA	5,18		3,2	
7,2	MEDIA-BAJA	12,4	11,05	3,4	<b>3,37</b>
7,2	MEDIA-BAJA	11,5		3,2	
7,2	MEDIA-BAJA	9,25		3,5	
7,31	MEDIA	6,8	4,139	3,65	<b>3,34</b>
7,31	MEDIA	4,5		3,15	
7,31	MEDIA	6		3,95	
7,31	MEDIA	0,34		3,2	
7,31	MEDIA	3,4		3,2	
7,31	MEDIA	2,4		3,45	
7,31	MEDIA	4		3,15	
7,31	MEDIA	7,8		3,2	
7,31	MEDIA	3,4		3,2	
7,31	MEDIA	2,75		3,2	
7,42	PLANO	3,36	1,8225	3,15	
7,42	PLANO	0,78		3,2	
7,42	PLANO	2		3,2	
7,42	PLANO	1,15		3,55	

9.4.2 Planilla de datos de Primavera.

SITIO	POSICIÓN	Pendiente primavera %	Pend. Promedio	Distancia entrefila (m)	Prom. Distancia (m)
7,2	MEDIA-ALTA	11,4	11,2	4,3	<b>3,80</b>
7,2	MEDIA-ALTA	10,5		4,1	
7,2	MEDIA-ALTA	11,4		3,25	
7,2	MEDIA-ALTA	11,6		3,55	
7,2	MEDIA-BAJA	10,7	10,8	4,1	<b>10,78</b>
7,2	MEDIA-BAJA	12,5		4,25	
7,2	MEDIA-BAJA	10		4,05	
7,2	MEDIA-BAJA	9,9		3,85	
7,31	MEDIA	1,41	2,8	3,25	<b>3,80</b>
7,31	MEDIA	3,65		3,5	
7,31	MEDIA	0,86		4,05	
7,31	MEDIA	2,53		4,65	
7,31	ALTA	4,12	3,4	4,15	
7,31	ALTA	1,23		4,3	
7,31	ALTA	4,67		3,25	
7,31	ALTA	3,6		3,25	
7,42	PLANO	0	1,2	4,65	<b>4,50</b>
7,42	PLANO	1,2		4,55	
7,42	PLANO	1,7		4,55	
7,42	PLANO	1,9		4,25	

## 9.5 DENSIDAD APARENTE (DAP, 0-70CM)

### 9.5.1 Tabla de datos de Dap (Profundidad 0-70cm)

SITIO	POSICIÓN	Profundidad	REP.	PESO SECO (lata+aro+suelo)	PESO (aro+lata)	PESO SUELO SECO	Dap	Dap promedio
7,2	MEDIA-ALTA	0-15	1	178,6	67,18	111,42	<b>1,62</b>	<b>1,54</b>
7,2	MEDIA-ALTA	0-15	2	170,93	67,90	103,03	<b>1,50</b>	
7,2	MEDIA-ALTA	0-15	3	170,62	67,54	103,08	<b>1,50</b>	
7,2	MEDIA-ALTA	15-30	1	193,23	93,14	100,09	<b>1,46</b>	<b>1,42</b>
7,2	MEDIA-ALTA	15-30	2	186,36	96,75	89,61	<b>1,30</b>	
7,2	MEDIA-ALTA	15-30	3	197,73	93,79	103,94	<b>1,51</b>	
7,2	MEDIA-ALTA	30-50	1	193,12	93,07	100,05	<b>1,46</b>	<b>1,42</b>
7,2	MEDIA-ALTA	30-50	2	195,22	93,39	101,83	<b>1,48</b>	
7,2	MEDIA-ALTA	30-50	3	185,81	95,51	90,30	<b>1,31</b>	
7,2	MEDIA-ALTA	50-70	1	189,92	96,36	93,56	<b>1,36</b>	<b>1,42</b>
7,2	MEDIA-ALTA	50-70	2	193,02	92,56	100,46	<b>1,46</b>	
7,2	MEDIA-ALTA	50-70	3	208,74	110,24	98,50	<b>1,43</b>	
7,2	MEDIA-BAJA	0-15	1	170,48	70,23	100,25	<b>1,46</b>	<b>1,39</b>
7,2	MEDIA-BAJA	0-15	2	157,39	66,99	90,40	<b>1,32</b>	
7,2	MEDIA-BAJA	0-15	3	162,2	67,03	95,17	<b>1,39</b>	
7,2	MEDIA-BAJA	15-30	1	195,59	100,02	95,57	<b>1,39</b>	<b>1,40</b>
7,2	MEDIA-BAJA	15-30	2	181,31	93,23	88,08	<b>1,28</b>	
7,2	MEDIA-BAJA	15-30	3	201,6	95,83	105,77	<b>1,54</b>	
7,2	MEDIA-BAJA	30-50	1	188,38	98,11	90,27	<b>1,31</b>	<b>1,40</b>
7,2	MEDIA-BAJA	30-50	2	196,27	91,66	104,61	<b>1,52</b>	
7,2	MEDIA-BAJA	30-50	3	180,96	88,11	92,85	<b>1,35</b>	
7,2	MEDIA-BAJA	50-70	1	208,84	102,48	106,36	<b>1,55</b>	<b>1,45</b>
7,2	MEDIA-BAJA	50-70	2	186,88	93,26	93,62	<b>1,36</b>	
7,2	MEDIA-BAJA	50-70	3	192,71	93,42	99,29	<b>1,45</b>	
7,31	ALTA	0-15	1	200,32	93,81	106,51	<b>1,55</b>	<b>1,53</b>
7,31	ALTA	0-15	2	193,64	91,28	102,36	<b>1,49</b>	
7,31	ALTA	0-15	3	204,81	98,63	106,18	<b>1,55</b>	
7,31	ALTA	15-30	1	196,1	93,27	102,83	<b>1,50</b>	<b>1,51</b>
7,31	ALTA	15-30	2	196,24	93,91	102,33	<b>1,49</b>	
7,31	ALTA	15-30	3	205,91	99,75	106,16	<b>1,55</b>	
7,31	ALTA	30-50	1	195,67	90,64	105,03	<b>1,53</b>	<b>1,10</b>

7,31	ALTA	30-50	2	105,73	91,42	14,31	<b>0,21</b>	
7,31	ALTA	30-50	3	204,1	96,55	107,55	<b>1,57</b>	
7,31	ALTA	50-70	1	200,93	98,41	102,52	<b>1,49</b>	<b>1,53</b>
7,31	ALTA	50-70	2	201,75	95,86	105,89	<b>1,54</b>	
7,31	ALTA	50-70	3	202,1	94,81	107,29	<b>1,56</b>	
7,31	MEDIA	0-15	1	179,46	74,40	105,06	<b>1,53</b>	<b>1,53</b>
7,31	MEDIA	0-15	2	174,91	67,65	107,26	<b>1,56</b>	
7,31	MEDIA	0-15	3	200,52	97,14	103,38	<b>1,50</b>	
7,31	MEDIA	15-30	1	197,3	88,00	109,30	<b>1,59</b>	<b>1,47</b>
7,31	MEDIA	15-30	2	182,24	87,68	94,56	<b>1,38</b>	
7,31	MEDIA	15-30	3	191,94	92,15	99,79	<b>1,45</b>	
7,31	MEDIA	30-50	1	187,83	87,62	100,21	<b>1,46</b>	<b>1,47</b>
7,31	MEDIA	30-50	2	193,15	93,87	99,28	<b>1,44</b>	
7,31	MEDIA	30-50	3	197,24	93,75	103,49	<b>1,51</b>	
7,31	MEDIA	50-70	1	196,13	94,92	101,21	<b>1,47</b>	<b>1,55</b>
7,31	MEDIA	50-70	2	195,68	88,37	107,31	<b>1,56</b>	
7,31	MEDIA	50-70	3	207,13	95,64	111,49	<b>1,62</b>	
7,42	PLANO	0-15	1	158,71	67,10	91,61	<b>1,33</b>	<b>1,38</b>
7,42	PLANO	0-15	2	167,86	67,54	100,32	<b>1,46</b>	
7,42	PLANO	0-15	3	163,15	70,52	92,63	<b>1,35</b>	
7,42	PLANO	15-30	1	200,24	93,36	106,88	<b>1,56</b>	<b>1,58</b>
7,42	PLANO	15-30	2	197,02	88,47	108,55	<b>1,58</b>	
7,42	PLANO	15-30	3	208,85	98,20	110,65	<b>1,61</b>	
7,42	PLANO	30-50	1	205,91	99,75	106,16	<b>1,55</b>	<b>1,50</b>
7,42	PLANO	30-50	2	196,35	96,80	99,55	<b>1,45</b>	
7,42	PLANO	30-50	3	205,42	102,18	103,24	<b>1,50</b>	
7,42	PLANO	50-70	1	189,19	87,21	101,98	<b>1,48</b>	<b>1,46</b>
7,42	PLANO	50-70	2	192,49	96,33	96,16	<b>1,40</b>	
7,42	PLANO	50-70	3	199,82	97,03	102,79	<b>1,50</b>	
7,33	ALTA	0-15	1	164,79	66,00	98,79	<b>1,44</b>	<b>1,51</b>
7,33	ALTA	0-15	2	177,36	66,92	110,44	<b>1,61</b>	
7,33	ALTA	0-15	3	168,91	67,21	101,70	<b>1,48</b>	
7,33	ALTA	15-30	1	201,08	91,30	109,78	<b>1,60</b>	<b>1,57</b>
7,33	ALTA	15-30	2	198,87	93,45	105,42	<b>1,53</b>	
7,33	ALTA	15-30	3	204,43	96,76	107,67	<b>1,57</b>	
7,33	ALTA	30-50	1	200,13	100,61	99,52	<b>1,45</b>	<b>1,54</b>
7,33	ALTA	30-50	2	193,57	85,04	108,53	<b>1,58</b>	
7,33	ALTA	30-50	3	196,56	87,71	108,85	<b>1,58</b>	
7,33	ALTA	50-70	1	198,18	87,72	110,46	<b>1,61</b>	<b>1,58</b>
7,33	ALTA	50-70	2	205,48	95,33	110,15	<b>1,60</b>	
7,33	ALTA	50-70	3	198,62	94,22	104,40	<b>1,52</b>	
7,33	BAJA	0-15	1	138,65	67,60	71,05	<b>1,03</b>	<b>1,39</b>
7,33	BAJA	0-15	2	168,66	67,50	101,16	<b>1,47</b>	
7,33	BAJA	0-15	3	188,08	74,48	113,60	<b>1,65</b>	

7,33	BAJA	15-30	1	201,15	94,05	107,10	<b>1,56</b>	<b>1,57</b>
7,33	BAJA	15-30	2	199,85	87,51	112,34	<b>1,64</b>	
7,33	BAJA	15-30	3	193,28	88,14	105,14	<b>1,53</b>	
7,33	BAJA	30-50	1	213,41	100,50	112,91	<b>1,64</b>	<b>1,58</b>
7,33	BAJA	30-50	2	206,48	100,25	106,23	<b>1,55</b>	
7,33	BAJA	30-50	3	207,15	100,39	106,76	<b>1,55</b>	
7,33	BAJA	50-70	1	209,2	101,94	107,26	<b>1,56</b>	<b>1,57</b>
7,33	BAJA	50-70	2	199,55	91,66	107,89	<b>1,57</b>	
7,33	BAJA	50-70	3	204,64	95,18	109,46	<b>1,59</b>	

## 9.6 DENSIDAD APARENTE (DAP 0-15)

**Anava 9.** TABLA DE DATOS DE DAP (PROFUNDIDAD 0-15CM)

Fecha	SITIO	TRATAMIENTO	POSICIÓN	REPETICIÓN	Dap
1	7,2	POS	LMA	1	1,43
1	7,2	POS	LMA	2	1,36
1	7,2	POS	LMA	3	1,53
1	7,2	POS	LMB	1	1,43
1	7,2	POS	LMB	2	1,36
1	7,2	POS	LMB	3	1,39
1	7,2	PRE	LMA	1	1,62
1	7,2	PRE	LMA	2	1,50
1	7,2	PRE	LMA	3	1,50
1	7,2	PRE	LMB	1	1,46
1	7,2	PRE	LMB	2	1,32
1	7,2	PRE	LMB	3	1,39
1	7,31	POS	LA	1	1,39
1	7,31	POS	LA	2	1,54
1	7,31	POS	LA	3	1,52
1	7,31	POS	LM	1	1,32
1	7,31	POS	LM	2	1,45
1	7,31	POS	LM	3	1,58
1	7,31	PRE	LA	1	1,46
1	7,31	PRE	LA	2	1,44
1	7,31	PRE	LA	3	1,41
1	7,31	PRE	LM	1	1,53
1	7,31	PRE	LM	2	1,56
1	7,31	PRE	LM	3	1,26
1	7,42	POS	P	1	1,37
1	7,42	POS	P	2	1,49

1	7,42	POS	P	3	1,22
1	7,42	PRE	P	1	1,33
1	7,42	PRE	P	2	1,46
1	7,42	PRE	P	3	1,35
2	7.2	POS	LMA	1	1,42
2	7.2	POS	LMA	2	1,48
2	7.2	POS	LMA	3	1,46
2	7.2	PRE	LMA	1	1,51
2	7.2	PRE	LMA	2	1,40
2	7.2	PRE	LMA	3	1,32
2	7.2	POS	LMB	1	1,43
2	7.2	POS	LMB	2	1,52
2	7.2	POS	LMB	3	1,39
2	7.2	PRE	LMB	1	1,39
2	7,2	PRE	LMB	2	1,51
2	7,2	PRE	LMB	3	1,39
2	7,31	POS	LA	1	1,46
2	7,31	POS	LA	2	1,49
2	7,31	POS	LA	3	1,52
2	7,31	PRE	LA	1	1,50
2	7,31	PRE	LA	2	1,46
2	7,31	PRE	LA	3	1,39
2	7,31	POS	LM	1	1,34
2	7,31	POS	LM	2	1,44
2	7,31	POS	LM	3	1,51
2	7,31	PRE	LM	1	1,59
2	7,31	PRE	LM	2	1,33
2	7,31	PRE	LM	3	1,48
2	7,42	POS	P	1	1,60
2	7,42	POS	P	2	1,62
2	7,42	POS	P	3	1,58
2	7,42	PRE	P	1	1,37
2	7,42	PRE	P	2	1,46
2	7,42	PRE	P	3	1,60
3	7.2	POS	LMA	1	1,51
3	7.2	POS	LMA	2	1,46
3	7.2	POS	LMA	3	1,56
3	7.2	POS	LMA	1	1,49
3	7.2	POS	LMA	2	1,61
3	7.2	POS	LMA	3	1,41
3	7.2	POS	LMB	1	1,59
3	7.2	POS	LMB	2	1,36
3	7.2	POS	LMB	3	1,34
3	7.2	POS	LMB	1	1,52

3	7.2	POS	LMB	2	1,48
3	7.2	POS	LMB	3	1,52
3	7.2	PRE	LMA	1	1,43
3	7.2	PRE	LMA	2	1,51
3	7.2	PRE	LMA	3	1,54
3	7.2	PRE	LMA	1	1,44
3	7.2	PRE	LMA	2	1,48
3	7.2	PRE	LMA	3	1,44
3	7.2	PRE	LMB	1	1,46
3	7.2	PRE	LMB	2	1,36
3	7.2	PRE	LMB	3	1,43
3	7.2	PRE	LMB	1	1,51
3	7.2	PRE	LMB	2	1,53
3	7.2	PRE	LMB	3	1,51
3	7,31	POS	LA	1	1,60
3	7,31	POS	LA	2	1,49
3	7,31	POS	LA	3	1,56
3	7,31	POS	LA	1	1,59
3	7,31	POS	LA	2	1,46
3	7,31	POS	LA	3	1,65
3	7,31	POS	LM	1	1,57
3	7,31	POS	LM	2	1,57
3	7,31	POS	LM	3	1,50
3	7,31	POS	LM	1	1,57
3	7,31	POS	LM	2	1,54
3	7,31	POS	LM	3	1,54
3	7,31	PRE	LA	1	1,52
3	7,31	PRE	LA	2	1,39
3	7,31	PRE	LA	3	1,29
3	7,31	PRE	LA	1	1,58
3	7,31	PRE	LA	2	1,47
3	7,31	PRE	LA	3	1,50
3	7,31	PRE	LM	1	1,53
3	7,31	PRE	LM	2	1,52
3	7,31	PRE	LM	3	1,47
3	7,31	PRE	LM	1	1,54
3	7,31	PRE	LM	2	1,61
3	7,31	PRE	LM	3	1,56
3	7,42	POS	P	1	1,43
3	7,42	POS	P	2	1,58
3	7,42	POS	P	3	1,44
3	7,42	POS	P	1	1,58
3	7,42	POS	P	2	1,47
3	7,42	POS	P	3	1,48

3	7,42	PRE	P	1	1,51
3	7,42	PRE	P	2	1,49
3	7,42	PRE	P	3	1,53
3	7,42	PRE	P	1	1,58
3	7,42	PRE	P	2	1,57
3	7,42	PRE	P	3	1,51

## 9.7 HUMEDAD EN VOLUMEN 0-15CM (HV%, 0-15)

### 9.7.1 Tabla de datos de HV% (Profundidad 0-15cm)

<b>Fecha</b>	<b>SITIO</b>	<b>POSICIÓN</b>	<b>TRATAMIENTO</b>	<b>REPETICIÓN</b>	<b>%HV (0-15)</b>
1	7,2	LMA	POST	1	7,1
1	7,2	LMA	POST	2	7,6
1	7,2	LMA	PRE	1	7,9
1	7,2	LMA	PRE	2	8,7
1	7,2	LMA	POST	1	9,2
1	7,2	LMA	POST	2	9,6
1	7,2	LMA	PRE	1	10,6
1	7,2	LMA	PRE	2	7,1
1	7,31	LA	POST	1	7,5
1	7,31	LA	POST	2	11,0
1	7,31	LA	POST	3	5,8
1	7,31	LA	PRE	1	8,2
1	7,31	LA	PRE	2	13,3
1	7,31	LA	PRE	3	7,7

1	7,31	LM	POST	1	6,7
1	7,31	LM	POST	2	13,0
1	7,31	LM	PRE	1	10,9
1	7,31	LM	PRE	2	13,1
1	7,42	P	POST	1	1,9
1	7,42	P	POST	2	3,7
1	7,42	P	PRE	1	3,2
1	7,42	P	PRE	2	3,8
2	7,31	LM	POST	1	8,0
2	7,31	LM	POST	2	8,6
2	7,31	LM	POST	3	11,4
2	7,31	LM	POST	4	12,5
2	7,31	LM	POST	5	10,6
2	7,31	LM	POST	6	11,1
2	7,31	LM	PRE	1	10,9
2	7,31	LM	PRE	2	8,9
2	7,31	LM	PRE	3	12,2
2	7,31	LM	PRE	4	13,6
2	7,31	LM	PRE	5	8,9
2	7,31	LM	PRE	6	19,9
2	7,31	LA	POST	1	10,4
2	7,31	LA	POST	2	7,1
2	7,31	LA	POST	3	7,8
2	7,31	LA	POST	4	9,3
2	7,31	LA	POST	5	8,7
2	7,31	LA	POST	6	10,7
2	7,31	LA	PRE	1	6,2
2	7,31	LA	PRE	2	6,0
2	7,31	LA	PRE	3	6,7
2	7,31	LA	PRE	4	8,3
2	7,31	LA	PRE	5	8,7
2	7,31	LA	PRE	6	8,1
2	7,2	LMA	POST	1	11,4
2	7,2	LMA	POST	2	10,4
2	7,2	LMA	POST	3	11,7
2	7,2	LMA	POST	4	9,5
2	7,2	LMA	POST	5	13,2
2	7,2	LMA	POST	6	9,3
2	7,2	LMA	PRE	1	8,0
2	7,2	LMA	PRE	2	10,8
2	7,2	LMA	PRE	3	10,5
2	7,2	LMA	PRE	4	11,8
2	7,2	LMA	PRE	5	12,0
2	7,2	LMA	PRE	6	10,3
2	7,2	LMB	POST	1	14,7
2	7,2	LMB	POST	2	13,1

2	7,2	LMB	POST	3	10,1
2	7,2	LMB	POST	4	8,4
2	7,2	LMB	POST	5	9,3
2	7,2	LMB	POST	6	9,3
2	7,2	LMB	PRE	1	9,0
2	7,2	LMB	PRE	2	6,2
2	7,2	LMB	PRE	3	4,9
2	7,2	LMB	PRE	4	10,4
2	7,2	LMB	PRE	5	8,3
2	7,2	LMB	PRE	6	8,5
2	7,42	P	PRE	1	6,5
2	7,42	P	PRE	2	5,9
2	7,42	P	PRE	3	6,2
2	7,42	P	PRE	4	6,1
2	7,42	P	PRE	5	7,1
2	7,42	P	PRE	6	4,9
2	7,42	P	POST	1	5,5
2	7,42	P	POST	2	6,9
2	7,42	P	POST	3	8,1
2	7,42	P	POST	4	5,1
2	7,42	P	POST	5	4,7
2	7,42	P	POST	6	7,0
3	7,31	LM	PRE	1	20,0
3	7,31	LM	PRE	2	19,1
3	7,31	LM	PRE	3	22,9
3	7,31	LM	PRE	4	23,1
3	7,31	LM	PRE	5	22,8
3	7,31	LM	PRE	6	21,1
3	7,31	LM	POST	1	21,9
3	7,31	LM	POST	2	25,6
3	7,31	LM	POST	3	22,7
3	7,31	LM	POST	4	23,4
3	7,31	LM	POST	5	24,5
3	7,31	LM	POST	6	23,6
3	7,31	LA	POST	1	21,2
3	7,31	LA	POST	2	17,0
3	7,31	LA	POST	3	21,2
3	7,31	LA	POST	4	22,8
3	7,31	LA	POST	5	19,8
3	7,31	LA	POST	6	22,2
3	7,31	LA	PRE	1	21,2
3	7,31	LA	PRE	2	18,9
3	7,31	LA	PRE	3	21,7
3	7,31	LA	PRE	4	20,6
3	7,31	LA	PRE	5	20,1
3	7,31	LA	PRE	6	19,8

3	7,2	LMA	POST	1	21,1
3	7,2	LMA	POST	2	22,2
3	7,2	LMA	POST	3	21,7
3	7,2	LMA	POST	4	21,6
3	7,2	LMA	POST	5	18,3
3	7,2	LMA	POST	6	17,5
3	7,2	LMA	PRE	1	18,6
3	7,2	LMA	PRE	2	22,8
3	7,2	LMA	PRE	3	23,6
3	7,2	LMA	PRE	4	22,2
3	7,2	LMA	PRE	5	19,2
3	7,2	LMA	PRE	6	20,7
3	7,2	LMB	POST	1	23,3
3	7,2	LMB	POST	2	26,1
3	7,2	LMB	POST	3	23,6
3	7,2	LMB	POST	4	23,8
3	7,2	LMB	POST	5	23,5
3	7,2	LMB	POST	6	26,2
3	7,2	LMB	PRE	1	20,2
3	7,2	LMB	PRE	2	20,7
3	7,2	LMB	PRE	3	19,7
3	7,2	LMB	PRE	4	22,5
3	7,2	LMB	PRE	5	20,7
3	7,2	LMB	PRE	6	21,0
3	7,42	P	POST	1	13,4
3	7,42	P	POST	2	12,4
3	7,42	P	POST	3	13,4
3	7,42	P	POST	4	13,1
3	7,42	P	POST	5	14,6
3	7,42	P	POST	6	15,2
3	7,42	P	PRE	1	12,8
3	7,42	P	PRE	2	12,9
3	7,42	P	PRE	3	14,6
3	7,42	P	PRE	4	13,9
3	7,42	P	PRE	5	11,7
3	7,42	P	PRE	6	11,5

9.8 HUMEDAD EN VOLUMEN 0-70CM (HV% 0-70)

**Anava 10.** TABLA DE DATOS DE HV% (PROFUNDIDAD 0-70CM)

Fecha	SITIO	REPETICIÓN	POSICIÓN	PROF.	HV% (0-70)
1	7,2	1	LM	1:0-15	8,2
1	7,2	1	LM	2:15-30	10,5
1	7,2	1	LM	3:30-50	12,6
1	7,2	1	LM	4:50-70	16,1
1	7,2	2	LM	1:0-15	8,7
1	7,2	2	LM	2:15-30	10,3
1	7,2	2	LM	3:30-50	10,3
1	7,2	2	LM	4:50-70	14,1
1	7,2	1	LMA	1:0-15	8,7
1	7,2	1	LMA	2:15-30	8,7
1	7,2	1	LMA	3:30-50	8,1
1	7,2	1	LMA	4:50-70	9,8
1	7,2	2	LMA	1:0-15	11,5
1	7,2	2	LMA	2:15-30	11,9
1	7,2	2	LMA	3:30-50	8,5
1	7,2	2	LMA	4:50-70	14,4
1	7,31	1	LA	1:0-15	8,5
1	7,31	1	LA	2:15-30	8,5
1	7,31	1	LA	3:30-50	5,8
1	7,31	1	LA	4:50-70	9,6
1	7,31	2	LA	1:0-15	11,2
1	7,31	2	LA	2:15-30	11,9
1	7,31	2	LA	3:30-50	8,1
1	7,31	2	LA	4:50-70	10,7
1	7,31	3	LA	1:0-15	8,8
1	7,31	3	LA	2:15-30	10,4
1	7,31	3	LA	3:30-50	7,0
1	7,31	3	LA	4:50-70	14,4
1	7,31	1	LM	1:0-15	11,9
1	7,31	1	LM	2:15-30	12,2
1	7,31	1	LM	3:30-50	10,0
1	7,31	1	LM	4:50-70	12,2
1	7,31	2	LM	1:0-15	14,9
1	7,31	2	LM	2:15-30	13,3
1	7,31	2	LM	3:30-50	12,2
1	7,31	2	LM	4:50-70	16,8
1	7,42	1	P	1:0-15	3,2
1	7,42	1	P	2:15-30	3,6
1	7,42	1	P	3:30-50	4,2
1	7,42	1	P	4:50-70	3,7
1	7,42	2	P	1:0-15	4,0
1	7,42	2	P	2:15-30	5,1

1	7,42	2	P	3:30-50	5,4
1	7,42	2	P	4:50-70	4,9
2	7,2	1	LM	1:0-15	7,0
2	7,2	1	LM	2:15-30	8,0
2	7,2	1	LM	3:30-50	8,7
2	7,2	1	LM	4:50-70	8,5
2	7,2	2	LM	1:0-15	7,6
2	7,2	2	LM	2:15-30	8,5
2	7,2	2	LM	3:30-50	9,6
2	7,2	2	LM	4:50-70	8,4
2	7,2	3	LM	1:0-15	9,3
2	7,2	3	LM	2:15-30	8,4
2	7,2	3	LM	3:30-50	7,4
2	7,2	3	LM	4:50-70	7,5
2	7,2	1	LMA	1:0-15	8,6
2	7,2	1	LMA	2:15-30	9,3
2	7,2	1	LMA	3:30-50	9,3
2	7,2	1	LMA	4:50-70	10,2
2	7,2	2	LMA	1:0-15	6,1
2	7,2	2	LMA	2:15-30	8,0
2	7,2	2	LMA	3:30-50	9,2
2	7,2	2	LMA	4:50-70	9,3
2	7,2	3	LMA	1:0-15	6,9
2	7,2	3	LMA	2:15-30	8,8
2	7,2	3	LMA	3:30-50	10,2
2	7,2	3	LMA	4:50-70	10,8
2	7,31	1	LA	1:0-15	7,7
2	7,31	1	LA	2:15-30	8,8
2	7,31	1	LA	3:30-50	8,8
2	7,31	1	LA	4:50-70	6,6
2	7,31	2	LA	1:0-15	6,6
2	7,31	2	LA	2:15-30	7,3
2	7,31	2	LA	3:30-50	6,9
2	7,31	2	LA	4:50-70	5,0
2	7,31	3	LA	1:0-15	4,8
2	7,31	3	LA	2:15-30	6,3
2	7,31	3	LA	3:30-50	6,9
2	7,31	3	LA	4:50-70	4,6
2	7,31	1	LM	1:0-15	8,3
2	7,31	1	LM	2:15-30	5,9
2	7,31	1	LM	3:30-50	7,5
2	7,31	1	LM	4:50-70	7,9
2	7,31	2	LM	1:0-15	5,6
2	7,31	2	LM	2:15-30	5,4
2	7,31	2	LM	3:30-50	9,0
2	7,31	2	LM	4:50-70	5,0

2	7,31	3	LM	1:0-15	7,1
2	7,31	3	LM	2:15-30	8,5
2	7,31	3	LM	3:30-50	8,7
2	7,31	3	LM	4:50-70	5,1
2	7,42	1	P	1:0-15	3,4
2	7,42	1	P	2:15-30	5,0
2	7,42	1	P	3:30-50	4,7
2	7,42	1	P	4:50-70	3,7
2	7,42	2	P	1:0-15	3,3
2	7,42	2	P	2:15-30	4,4
2	7,42	2	P	3:30-50	3,9
2	7,42	2	P	4:50-70	3,5
2	7,42	3	P	1:0-15	3,9
2	7,42	3	P	2:15-30	4,9
2	7,42	3	P	3:30-50	5,0
2	7,42	3	P	4:50-70	4,4
3	7,2	1	LMA	1:0-15	21,1
3	7,2	1	LMA	2:15-30	20,4
3	7,2	1	LMA	3:30-50	26,3
3	7,2	1	LMA	4:50-70	28,9
3	7,2	2	LMA	1:0-15	22,2
3	7,2	2	LMA	2:15-30	20,6
3	7,2	2	LMA	3:30-50	26,9
3	7,2	2	LMA	4:50-70	29,1
3	7,2	3	LMA	1:0-15	21,7
3	7,2	3	LMA	2:15-30	29,5
3	7,2	3	LMA	3:30-50	16,7
3	7,2	3	LMA	4:50-70	17,0
3	7,2	1	LMB	1:0-15	22,4
3	7,2	1	LMB	2:15-30	22,9
3	7,2	1	LMB	3:30-50	26,2
3	7,2	1	LMB	4:50-70	34,7
3	7,2	2	LMB	1:0-15	17,6
3	7,2	2	LMB	2:15-30	18,9
3	7,2	2	LMB	3:30-50	27,6
3	7,2	2	LMB	4:50-70	28,2
3	7,2	3	LMB	1:0-15	20,9
3	7,2	3	LMB	2:15-30	24,4
3	7,2	3	LMB	3:30-50	26,8
3	7,2	3	LMB	4:50-70	32,5
3	7,31	1	LA	1:0-15	21,2
3	7,31	1	LA	2:15-30	19,5
3	7,31	1	LA	3:30-50	19,6
3	7,31	1	LA	4:50-70	20,7
3	7,31	2	LA	1:0-15	18,9
3	7,31	2	LA	2:15-30	19,3

3	7,31	2	LA	3:30-50	2,6
3	7,31	2	LA	4:50-70	22,0
3	7,31	3	LA	1:0-15	21,7
3	7,31	3	LA	2:15-30	20,3
3	7,31	3	LA	3:30-50	20,7
3	7,31	3	LA	4:50-70	22,6
3	7,31	1	LM	1:0-15	21,9
3	7,31	1	LM	2:15-30	20,9
3	7,31	1	LM	3:30-50	19,0
3	7,31	1	LM	4:50-70	21,6
3	7,31	2	LM	1:0-15	25,6
3	7,31	2	LM	2:15-30	20,4
3	7,31	2	LM	3:30-50	20,4
3	7,31	2	LM	4:50-70	26,9
3	7,31	3	LM	1:0-15	22,7
3	7,31	3	LM	2:15-30	19,8
3	7,31	3	LM	3:30-50	18,9
3	7,31	3	LM	4:50-70	27,9
3	7,42	1	P	1:0-15	13,4
3	7,42	1	P	2:15-30	13,6
3	7,42	1	P	3:30-50	13,4
3	7,42	1	P	4:50-70	11,8
3	7,42	2	P	1:0-15	12,4
3	7,42	2	P	2:15-30	14,0
3	7,42	2	P	3:30-50	11,8
3	7,42	2	P	4:50-70	10,9
3	7,42	3	P	1:0-15	13,4
3	7,42	3	P	2:15-30	13,6
3	7,42	3	P	3:30-50	12,3
3	7,42	3	P	4:50-70	11,7

## 9.9 RESISTENCIA MECANICA A LA PENETRACIÓN (RMP)

### 9.9.1 RMP (KPa) para primera fecha (HB)

TABLA DE DATOS DE RMP (KPA) PARA PRIMERA FECHA (HB)

Fecha	Sitio	Trat.	P	R	50	100	150	200	250	300	350	400	450
1	7,31	POST	LA	1	4593,5	6580,5	6837,5	7322,5	8125,5	8968,5	8816,5	8634,5	1764,5
1	7,31	POST	LA	1	3343,0	5595,0	7205,5	9236,5	7804,5	-465,5	7035,5	6655,5	1044,5
1	7,31	POST	LA	1	4923,5	5590,5	6049,5	6360,5	7276,5	8171,5	7094,5	6496,5	1139,5
1	7,31	POST	LA	1	3930,5	4688,5	5166,5	4892,5	4674,0	5333,0	6417,5	6583,5	1476,5
1	7,31	POST	LA	1	6095,0	7551,0	7353,0	7308,0	8156,5	7709,5	7368,5	7504,5	1461,5
1	7,31	POST	LA	1	4435,0	6466,0	7239,5	7754,5	6997,0	4427,0	5610,5	5974,5	1670,0
1	7,31	POST	LA	1	4934,5	5079,5	6436,5	7088,5	7475,0	6466,0	7009,0	6856,0	1295,0
1	7,31	POST	LA	1	5682,5	3665,5	7755,5	1173,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	7,31	POST	LA	1	6162,5	6268,5	6587,5	6564,5	8031,5	8046,5	7925,5	8296,5	1446,5
1	7,31	POST	LA	1	6921,5	8429,5	3643,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	7,31	POST	LA	1	6405,5	6610,5	6258,0	6198,0	7584,0	7850,0	7940,5	8327,5	1241,5
1	7,31	POST	LA	2	4048,5	5306,5	6667,5	7675,5	7649,0	7338,0	3370,0	0,0	0,0
1	7,31	POST	LA	2	5579,0	5549,0	5761,0	6367,0	6550,0	7785,0	9437,0	1810,0	0,0
1	7,31	POST	LA	2	7030,5	8107,5	7978,5	6522,5	1038,0	750,0	600,0	0,0	0,0
1	7,31	POST	LA	2	5685,0	6489,0	8380,5	9161,5	9622,5	9350,5	9513,5	9771,5	1651,0
1	7,31	POST	LA	2	4344,0	5928,0	8395,0	8729,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	7,31	POST	LA	2	4352,0	5898,0	6587,5	6397,5	8005,0	9013,0	9013,5	8316,5	2007,5
1	7,31	POST	LA	2	4924,0	5932,0	7583,5	8971,5	8724,5	9475,5	9468,5	9642,5	2007,5
1	7,31	POST	LA	2	6303,0	6182,0	5044,5	6546,5	6236,0	845,0	600,0	0,0	0,0
1	7,31	POST	LA	2	3585,5	4836,5	4616,5	5526,5	6807,5	7914,5	7800,5	8194,5	1617,0
1	7,31	POST	LA	2	4590,0	6387,0	7800,5	9065,5	9642,5	9240,5	8941,0	8069,0	1734,5
1	7,31	POST	LA	3	4121,0	5492,0	6568,5	6652,5	6489,5	7459,5	8596,5	1567,5	0,0
1	7,31	POST	LA	3	6822,5	6177,5	5628,5	8402,5	7637,5	7379,5	8088,5	8953,5	1355,5
1	7,31	POST	LA	3	4260,5	6572,5	3881,0	5155,0	6120,5	6864,5	6208,5	6503,5	1473,0
1	7,31	POST	LA	3	9448,5	6659,5	8889,0	7865,0	8133,5	5889,5	9293,5	7322,5	1586,5
1	7,31	POST	LA	3	7368,5	7800,5	6266,0	7531,0	7375,5	9218,5	6632,5	5746,5	1620,5
1	7,31	POST	LA	3	7326,0	7994,0	6846,0	7452,0	8445,0	6792,0	6201,0	6171,0	1317,5
1	7,31	POST	LA	3	5776,0	7808,0	8498,5	7868,5	8721,5	9031,5	8501,5	8827,5	1442,5
1	7,31	POST	LA	3	7763,0	9021,0	7061,0	6789,0	8346,5	8725,5	8126,5	8406,5	1746,0
1	7,31	POST	LA	3	3654,0	3896,0	5035,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	7,31	POST	LA	3	7535,0	7990,0	9021,0	7240,0	5616,5	6860,5	7421,5	8034,5	1344,0
1	7,31	POST	LA	3	8141,5	7822,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	7,31	POST	LA	3	7486,0	6667,0	6402,0	7834,0	5785,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	7,31	PRE	LA	1	3465,0	5019,0	6391,0	5337,0	5708,0	6102,0	6530,5	8615,5	1931,5
1	7,31	PRE	LA	1	4480,5	6269,5	7141,0	8096,0	8971,5	8858,5	8796,5	9115,5	1617,0
1	7,31	PRE	LA	1	5132,0	7519,0	8619,5	8096,5	8262,0	7929,0	7114,0	7220,0	1075,0
1	7,31	PRE	LA	1	1834,5	5049,5	6542,0	8884,0	7958,5	5989,5	5955,0	6106,0	1272,0

1	7,31	PRE	LA	1	2403,0	3533,0	3798,0	4829,0	5083,5	5507,5	5227,0	6493,0	1674,0
1	7,31	PRE	LA	1	4822,5	6132,5	6659,5	7348,5	7641,5	7087,5	5696,5	5332,5	1052,0
1	7,31	PRE	LA	1	5485,0	6500,0	4405,0	5966,0	5136,0	5068,0	4606,0	4886,0	919,5
1	7,31	PRE	LA	1	7739,0	8740,0	9355,0	8270,0	6754,0	5867,0	6557,0	5883,0	1321,5
1	7,31	PRE	LA	1	5947,5	6569,5	6773,5	1954,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	7,31	PRE	LA	1	4101,5	4048,5	6860,0	7672,0	8232,5	8285,5	8220,5	6841,5	1560,0
1	7,31	PRE	LA	1	5280,0	5265,0	6276,5	5609,5	5882,5	4935,5	4711,5	5727,5	1647,5
1	7,31	PRE	LA	1	2673,0	2347,0	2039,0	1774,0	1918,0	5988,0	7864,5	8751,5	1590,5
1	7,31	PRE	LA	2	5871,0	6015,0	5810,0	5727,0	5925,0	5424,0	5170,0	6187,0	1249,5
1	7,31	PRE	LA	2	5739,0	6087,0	5822,0	5701,0	5450,5	3760,5	6254,0	6777,0	1162,0
1	7,31	PRE	LA	2	4199,5	3380,5	3287,0	4567,0	6614,5	8358,5	7777,5	7299,5	1401,0
1	7,31	PRE	LA	2	5409,0	6796,0	7698,0	6833,0	7459,5	8891,5	8229,0	7789,0	1511,0
1	7,31	PRE	LA	2	2976,0	2369,0	4995,5	6610,5	6738,5	6443,5	6175,0	5341,0	1048,5
1	7,31	PRE	LA	2	3784,0	3942,0	3579,0	4465,0	5128,5	5037,5	7012,0	7482,0	1530,0
1	7,31	PRE	LA	2	5655,5	7459,5	8282,0	9480,0	8441,0	8486,0	9946,5	0,0	1946,5
1	7,31	PRE	LA	2	3131,0	4222,0	4416,0	4083,0	4310,5	4847,5	6458,5	8619,5	0,0
1	7,31	PRE	LA	2	4590,5	6144,5	7126,0	7520,0	8687,5	9445,5	8778,0	9628,0	2007,5
1	7,31	PRE	LA	2	4591,0	5492,0	4916,0	7008,0	7865,0	9829,0	7024,0	6713,0	1685,0
1	7,31	PRE	LA	2	4317,5	6340,5	8491,0	9560,0	8297,5	9040,5	8911,0	8850,0	1708,0
1	7,31	PRE	LA	3	4609,5	3017,5	5409,0	8001,0	8948,5	9047,5	0,0	0,0	0,0
1	7,31	PRE	LA	3	7170,5	6762,5	2104,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	7,31	PRE	LA	3	7800,0	7027,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	7,31	PRE	LA	3	4935,0	4458,0	5143,5	5060,5	6602,0	7823,0	6693,5	5829,5	1385,5
1	7,31	PRE	LA	3	8650,0	6648,0	7599,5	4901,5	5310,5	6220,5	7345,5	8899,5	1541,0
1	7,31	PRE	LA	3	6602,5	5980,5	6155,0	4847,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	7,31	PRE	LA	3	4851,0	5033,0	5340,5	4719,5	6774,0	7183,0	8024,5	8008,5	1488,0
1	7,31	PRE	LA	3	6391,0	6141,0	8308,5	8179,5	5286,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	7,31	PRE	LA	3	6270,0	6656,0	7524,0	7683,0	8524,5	7970,5	7531,0	9305,0	1598,0
1	7,31	PRE	LA	3	4815,0	6755,0	8293,0	6982,0	9722,5	8767,5	8320,5	6698,5	1753,5
1	7,31	PRE	LA	3	6539,0	5954,0	7452,0	3664,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	7,31	POST	LM	1	4412,5	7451,5	6792,0	6527,0	6569,0	6939,0	6936,5	7702,5	1768,5
1	7,31	POST	LM	1	3446,5	421,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	7,31	POST	LM	1	7402,5	8387,5	8016,5	7182,5	6971,5	6508,5	5515,0	5356,0	1583,0
1	7,31	POST	LM	1	7065,5	5504,5	5992,5	5355,5	4678,0	5451,0	5397,5	4806,5	916,0
1	7,31	POST	LM	1	6378,5	5560,5	296,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,5
1	7,31	POST	LM	1	3964,5	4556,5	4772,0	4324,0	4375,0	5200,0	6151,5	6500,5	1518,5
1	7,31	POST	LM	1	9123,0	8645,0	6981,5	7186,5	8376,0	9081,0	5041,5	6685,5	203,5
1	7,31	POST	LM	1	8054,5	6136,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	7,31	POST	LM	1	615,0	3215,0	6261,5	5677,5	5493,0	4992,0	4541,0	4731,0	1079,0
1	7,31	POST	LM	1	7420,5	8300,5	3150,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	7,31	POST	LM	1	1516,0	5807,0	5970,0	5394,0	6353,0	7095,0	7043,0	6095,0	1158,5
1	7,31	POST	LM	2	3158,0	3385,0	4079,5	3934,5	2441,0	4481,0	5110,0	5330,0	1177,5
1	7,31	POST	LM	2	3218,0	4182,0	4685,5	4806,5	4795,5	5363,5	5514,5	5364,5	1097,5
1	7,31	POST	LM	2	4469,0	5250,0	5303,5	4703,5	5011,5	5966,5	6963,0	7864,0	2007,5

1	7,31	POST	LM	2	7740,0	7914,0	8615,0	8176,0	6974,0	3518,0	6391,5	8089,5	2007,5
1	7,31	POST	LM	2	6311,0	7964,0	8539,5	9077,5	8474,5	7125,5	7553,5	8668,5	1833,0
1	7,31	POST	LM	2	3090,0	3976,0	6091,0	6448,0	7152,5	6591,5	7001,0	6955,0	1495,5
1	7,31	POST	LM	2	3184,0	4617,0	6046,0	5386,0	5026,5	4693,5	6069,0	8555,0	1658,5
1	7,31	POST	LM	2	3080,0	7755,0	8501,0	8737,0	8217,0	8869,0	8873,0	9161,0	1772,5
1	7,31	POST	LM	2	7695,0	671,0	198,0	236,0	235,5	272,5	277,5	254,5	51,5
1	7,31	POST	LM	2	8509,0	5268,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	7,31	PRE	LM	1	2048,0	4170,0	3434,5	3047,5	3302,5	2167,5	0,0	0,0	0,0
1	7,31	PRE	LM	1	2450,0	3533,0	4010,0	6906,0	5053,0	4514,0	5182,0	6030,0	1651,0
1	7,31	PRE	LM	1	4973,0	5678,0	831,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	7,31	PRE	LM	1	5857,0	7244,0	7451,5	8657,5	8866,5	7160,5	6712,5	7425,5	1507,0
1	7,31	PRE	LM	1	5940,0	6000,0	6046,0	7282,0	7645,5	8198,5	8502,0	7918,0	1499,5
1	7,31	PRE	LM	1	4893,0	7228,0	8278,0	8050,0	8661,0	8638,0	7637,5	7546,5	1639,5
1	7,31	PRE	LM	1	3266,5	4684,5	5834,0	7524,0	7766,5	8751,5	9138,5	9388,5	1768,5
1	7,31	PRE	LM	1	3612,5	4536,5	4609,5	4852,5	4772,5	5287,5	5504,5	6785,5	1567,5
1	7,31	PRE	LM	1	5458,5	4104,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	7,31	PRE	LM	1	3999,0	4871,0	7368,5	7989,5	7686,5	8247,5	8130,5	8933,5	1753,5
1	7,31	PRE	LM	1	4980,5	313,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	7,31	PRE	LM	1	5848,5	6720,5	7823,0	8619,0	9524,5	9767,5	9031,5	8334,5	1931,5
1	7,31	PRE	LM	1	3267,5	5033,5	6167,0	4461,0	4536,5	4604,5	4685,0	6413,0	453,5
1	7,31	PRE	LM	1	4533,0	4102,0	4264,0	4143,0	5556,5	6564,5	7914,0	8043,0	1662,5
1	7,31	PRE	LM	2	4169,0	6171,0	8084,5	7713,5	6668,0	6349,0	7432,5	5940,5	1321,5
1	7,31	PRE	LM	2	5988,0	5610,0	6554,0	7441,0	7490,0	7876,0	6989,5	7148,5	1598,0
1	7,31	PRE	LM	2	5185,5	4336,5	5667,0	4825,0	5666,5	6280,5	6183,0	6979,0	1639,5
1	7,31	PRE	LM	2	6333,0	7236,0	6804,0	5811,0	7197,5	7114,5	7538,5	6977,5	1530,0
1	7,31	PRE	LM	2	6653,0	6865,0	6220,0	5311,0	6003,5	6618,5	6917,0	6955,0	1503,0
1	7,31	PRE	LM	2	3533,5	3639,5	4848,5	5704,5	6637,5	8728,5	0,0	9058,5	2007,5
1	7,31	PRE	LM	2	4901,0	5190,0	5768,0	5981,0	5810,0	8873,0	8233,0	8779,0	1427,5
1	7,31	PRE	LM	2	5652,0	7092,0	5932,0	6326,0	4829,5	7004,5	8857,5	7743,5	2007,5
1	7,31	PRE	LM	2	6568,0	6827,0	6534,0	6807,0	7796,0	9116,0	8718,0	7952,0	0,0
1	7,2	POST	LM	1	9248,5	8883,5	8809,0	9446,0	9396,5	9684,5	9499,0	9407,0	2003,5
1	7,2	POST	LM	1	5280,0	7440,0	6781,5	6917,5	7940,0	8767,0	8103,5	9202,5	0,0
1	7,2	POST	LM	1	9396,5	7796,5	7383,5	6117,5	6072,5	5587,5	7816,5	9824,5	1768,5
1	7,2	POST	LM	1	4336,5	5208,5	6239,0	6550,0	6997,5	7240,5	8183,5	9380,5	855,0
1	7,2	POST	LM	1	5382,0	5731,0	4431,5	4438,5	4860,0	4936,0	5192,5	5708,5	1685,0
1	7,2	POST	LM	1	3627,5	4605,5	5242,5	5378,5	5572,0	6595,0	6090,5	7789,5	1897,5
1	7,2	POST	LM	1	7959,5	6663,5	3465,0	1676,0	520,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	7,2	POST	LM	1	6099,0	7486,0	8475,0	9127,0	7826,5	7061,5	5223,5	6428,5	1351,5
1	7,2	POST	LM	1	7782,0	6955,0	5997,0	3450,0	3983,5	7622,5	3294,0	876,0	40,5
1	7,2	POST	LM	1	7971,0	9821,0	9653,5	7561,5	9127,5	9369,5	8633,5	8884,5	1746,0
1	7,2	POST	LM	1	9093,0	9427,0	9581,5	8535,5	9585,5	8562,5	7736,5	8417,5	1704,0
1	7,2	POST	LM	1	6158,5	5666,5	6880,0	7228,0	7085,0	5538,0	5075,0	5197,0	324,5
1	7,2	POST	LM	2	2506,0	3037,0	3935,0	3646,0	3328,0	3715,0	4305,5	4798,5	1310,0
1	7,2	POST	LM	2	3601,5	5268,5	4643,5	4514,5	4654,5	5784,5	6379,5	7735,5	1655,0

1	7,2	POST	LM	2	7493,5	7402,5	7816,0	8194,0	8228,5	8858,5	8069,5	9441,5	0,0
1	7,2	POST	LM	2	4094,0	4435,0	6542,0	7110,0	8043,5	8634,5	8880,0	8873,0	1423,5
1	7,2	POST	LM	2	5522,5	5098,5	5094,5	5230,5	6352,0	5944,0	6455,0	6137,0	1530,0
1	7,2	POST	LM	2	4836,0	3449,0	1081,0	1028,0	974,5	875,5	793,5	587,5	0,0
1	7,2	POST	LM	2	5367,5	6140,5	6602,5	6148,5	7398,0	7353,0	8324,0	6262,0	400,5
1	7,2	POST	LM	2	6136,0	7941,0	8220,5	7349,5	8786,0	8468,0	9092,0	8122,0	855,0
1	7,2	POST	LM	2	8930,0	8460,0	7618,5	8096,5	9369,0	9369,0	5594,0	3609,0	0,0
1	7,2	POST	LM	2	6171,0	6664,0	7861,0	8323,0	8766,0	9191,0	8960,0	4519,0	396,5
1	7,2	POST	LM	2	9541,0	6819,0	8672,0	8869,0	7993,5	9494,5	5457,5	3275,5	150,0
1	7,2	POST	LM	2	4563,5	4737,5	6322,0	6216,0	8183,5	7227,5	6925,0	4590,0	764,0
1	7,2	PRE	LM	1	5386,0	8357,0	9859,0	9343,0	8498,0	9862,0	9911,5	9790,5	1685,0
1	7,2	PRE	LM	1	4833,0	3968,0	4162,0	5526,0	5776,5	6504,5	6916,5	8182,5	0,0
1	7,2	PRE	LM	1	6557,5	1220,5	217,0	224,0	155,5	170,5	209,5	209,5	40,5
1	7,2	PRE	LM	1	6792,0	6633,0	6147,5	6565,5	8213,5	9517,5	8627,0	8960,0	1791,5
1	7,2	PRE	LM	1	6049,5	6641,5	6421,0	6270,0	6962,0	7743,0	7936,5	7549,5	2007,5
1	7,2	PRE	LM	1	258,5	4170,5	7281,0	5243,0	9469,0	9278,0	7142,0	0,0	0,0
1	7,2	PRE	LM	1	6925,0	9631,0	9202,5	9589,5	9506,0	9051,0	9824,5	7717,5	21,5
1	7,2	PRE	LM	1	5296,0	5977,0	6198,0	6106,0	6083,0	7448,0	6300,0	8407,0	1113,0
1	7,2	PRE	LM	1	7763,0	8543,0	8214,0	4234,0	7429,5	8171,5	9210,0	9574,0	2007,5
1	7,2	PRE	LM	1	7686,5	9209,5	8714,0	9237,0	8288,5	8675,5	9412,0	9381,0	1981,0
1	7,2	PRE	LM	1	8259,0	8449,0	8808,0	8657,0	8994,5	7933,5	8581,5	8270,5	0,0
1	7,2	PRE	LM	1	7679,0	5935,0	5982,0	7027,0	6425,0	6380,0	7337,5	7467,5	1511,0
1	7,2	PRE	LM	2	4165,5	899,5	822,5	807,5	380,5	-2,5	-2,5	77,5	-0,5
1	7,2	PRE	LM	2	5712,0	8866,0	9093,0	7948,0	8429,5	7322,5	9165,5	5650,5	0,0
1	7,2	PRE	LM	2	7944,0	7133,0	6549,5	9793,5	9824,5	6215,5	5211,0	9101,0	0,0
1	7,2	PRE	LM	2	6196,5	5454,5	5787,5	6909,5	6197,5	6931,5	5192,5	5822,5	0,0
1	7,2	PRE	LM	2	6182,5	6173,5	6686,0	6527,0	7898,5	8043,5	9487,0	8692,0	0,0
1	7,2	PRE	LM	2	5738,5	7724,5	7528,0	7178,0	8387,5	9312,5	7993,5	8608,5	2007,5
1	7,2	PRE	LM	2	3556,0	4177,0	7133,5	7345,5	8584,5	9228,5	9274,5	8130,5	0,0
1	7,2	PRE	LM	2	6675,0	7008,0	5488,5	5533,5	5394,0	6569,0	8741,5	10006	1768,5
1	7,2	PRE	LM	2	1812,0	1524,0	895,0	728,0	2005,0	4029,0	5636,0	5553,0	0,0
1	7,2	PRE	LM	2	6611,0	6284,0	4714,5	5753,5	5731,5	7171,5	7823,0	7937,0	1306,0
1	7,2	POST	LM	1	4958,5	4450,5	6247,0	5087,0	5264,5	7061,5	8138,0	8213,0	934,5
1	7,2	POST	LM	1	5469,0	7099,0	7395,0	7001,0	7005,0	6922,0	7281,0	7410,0	1461,5
1	7,2	POST	LM	1	3085,5	3184,5	4663,0	5360,0	5098,5	5052,5	4946,5	4757,5	1317,5
1	7,2	POST	LM	1	4950,0	6193,0	7638,0	8054,0	7691,0	8145,0	7841,5	7296,5	1257,0
1	7,2	POST	LM	1	6705,0	7501,0	8482,5	8050,5	8077,5	7160,5	7054,0	8206,0	1560,0
1	7,2	POST	LM	1	4367,0	4360,0	8108,0	9434,0	8042,5	6367,5	7712,5	8250,5	1204,0
1	7,2	POST	LM	2	6068,5	6492,5	6724,5	6633,5	5705,0	6311,0	6166,5	6416,5	976,5
1	7,2	POST	LM	2	4336,5	4783,5	5382,5	5609,5	5318,0	6598,0	6265,5	5644,5	1204,0
1	7,2	POST	LM	2	4033,0	5329,0	5022,5	6053,5	6679,0	6716,0	7293,0	7307,0	1545,0

			A										
1	7,2	POST	LM A	2	5087,5	7095,5	7034,5	6768,5	6842,0	6986,0	7565,0	7876,0	1370,5
1	7,2	POST	LM A	2	5022,5	6568,5	6932,5	7198,5	7041,5	7125,5	7224,5	7088,5	1545,0
1	7,2	POST	LM A	2	4295,0	4279,0	4996,0	5383,0	5656,0	6216,0	6246,5	6283,5	1518,5
1	7,2	POST	LM A	2	4544,5	6500,5	7076,0	6683,0	8032,0	8683,0	8031,5	7735,5	1302,5
1	7,2	POST	LM A	2	2843,5	3995,5	6250,0	7304,0	6667,5	8319,5	7640,5	8399,5	1598,0
1	7,2	POST	LM A	2	151,5	1000,5	4806,0	5185,0	6903,0	7024,0	7872,0	8229,0	1764,5
1	7,2	POST	LM A	2	3150,0	3734,0	4280,0	5538,0	7520,0	6724,0	5746,0	7459,0	1181,0
1	7,2	POST	LM A	2	5367,5	5996,5	5681,5	5287,5	5328,5	5708,5	6360,5	6974,5	1488,0
1	7,2	POST	LM A	2	5133,0	5989,0	2794,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	7,2	POST	LM A	2	3332,0	4697,0	4879,0	5273,0	5640,5	5404,5	14687	0,0	0,0
1	7,2	POST	LM A	2	3710,5	4506,5	4806,5	4874,5	5549,5	5010,5	5507,5	6053,5	1711,5
1	7,2	PRE	LM A	1	3991,5	3059,5	3669,0	5299,0	7057,0	7854,0	7717,0	8202,0	1151,0
1	7,2	PRE	LM A	1	6985,0	8797,0	8554,5	8562,5	7266,0	5910,0	8171,0	6481,0	912,0
1	7,2	PRE	LM A	1	5738,5	6701,5	7054,0	7850,0	6788,0	6826,0	4450,5	5033,5	703,5
1	7,2	PRE	LM A	1	5447,0	7539,0	8233,0	6520,0	6894,0	6546,0	4923,5	5295,5	1022,0
1	7,2	PRE	LM A	1	6466,5	5238,5	4798,5	4730,5	6341,0	6728,0	6686,0	7292,0	1336,5
1	7,2	PRE	LM A	1	3661,5	3873,5	5284,0	5951,0	6121,0	6387,0	5825,5	6492,5	1488,0
1	7,2	PRE	LM A	1	3631,0	4458,0	6065,5	6481,5	6466,5	6882,5	6993,0	7410,0	1692,5
1	7,2	PRE	LM A	1	6792,0	7301,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	7,2	PRE	LM A	1	6167,5	6076,5	7721,0	7236,0	6318,0	6107,0	6261,5	6117,5	510,5
1	7,2	PRE	LM A	1	6159,0	7061,0	8672,0	8149,0	5758,0	7509,0	6708,5	7315,5	965,0
1	7,2	PRE	LM A	1	8077,0	8881,0	8517,0	6295,0	7099,0	5667,0	3567,0	4977,0	1029,5
1	7,2	PRE	LM A	1	5791,0	5822,0	5481,0	5898,0	6652,0	6068,0	4856,5	3931,5	502,5
1	7,42	POST	P	1	4700,0	7550,0	8327,5	6303,5	8596,5	8732,5	6011,5	5806,5	855,0
1	7,42	POST	P	1	6096,0	7005,0	8736,5	8425,5	5682,5	6053,5	5946,5	5856,5	1230,5
1	7,42	POST	P	1	8133,5	7383,5	6334,0	7880,0	8392,0	8467,0	8615,0	7751,0	1302,5
1	7,42	POST	P	1	9168,5	9684,5	8009,5	8486,5	7024,5	7417,5	4980,5	5708,5	0,0
1	7,42	POST	P	1	7812,5	7258,5	8285,5	8838,5	7824,0	7194,0	7732,0	8543,0	1526,0
1	7,42	POST	P	1	4670,0	6944,0	5776,5	6534,5	6765,0	4954,0	5473,5	5405,5	965,0
1	7,42	POST	P	1	4807,0	6163,0	6723,5	5048,5	4450,5	3016,5	3033,0	3237,0	908,0
1	7,42	POST	P	1	6121,5	6780,5	6887,0	7493,0	7782,0	6925,0	5576,0	6235,0	844,0
1	7,42	POST	P	1	8392,0	8422,0	8471,0	8145,0	7342,5	7015,5	6886,5	5045,5	976,5
1	7,42	POST	P	1	8251,5	8024,5	9210,0	6830,0	6050,0	5853,0	4988,5	3737,5	1310,0
1	7,42	POST	P	1	6656,0	8376,0	6982,0	7338,0	6686,0	5496,0	5656,0	7338,0	1620,5

1	7,42	POST	P	1	3779,5	5029,5	6655,5	6405,5	4435,5	4768,5	5363,5	5886,5	1458,0
1	7,42	POST	P	2	3047,5	4806,5	6409,5	5802,5	5136,5	4832,5	4219,0	5113,0	1135,5
1	7,42	POST	P	2	7250,0	8274,0	8418,5	5757,5	6887,0	5569,0	3820,5	4639,5	1060,0
1	7,42	POST	P	2	7792,5	8641,5	6720,5	5340,5	3722,0	3003,0	3972,0	3594,0	1071,0
1	7,42	POST	P	2	7940,5	8555,5	8664,5	7520,5	7149,0	6565,0	6057,0	6929,0	1514,5
1	7,42	POST	P	2	4477,5	4643,5	4685,0	4625,0	3965,0	3655,0	3506,0	3749,0	878,0
1	7,42	POST	P	2	4412,5	5541,5	5583,5	4650,5	4284,0	4829,0	4356,0	3855,0	874,0
1	7,42	POST	P	2	2334,5	3843,5	3897,5	4101,5	3529,0	3522,0	3574,5	6227,5	783,0
1	7,42	POST	P	2	3703,5	4764,5	5792,0	5360,0	4415,5	4453,5	4109,0	4102,0	809,5
1	7,42	POST	P	2	5621,5	6599,5	7384,0	5822,0	5193,0	4708,0	4185,0	4154,0	953,5
1	7,42	POST	P	2	5197,0	5841,0	4890,5	4813,5	5329,5	5161,5	3874,0	3177,0	749,0
1	7,42	POST	P	2	5367,0	5785,0	6182,5	6303,5	5587,0	4587,0	4313,0	4548,0	984,0
1	7,42	POST	P	2	6357,0	6349,0	5265,0	4409,0	3896,5	4518,5	4382,5	5086,5	1336,5
1	7,42	PRE	P	1	4454,5	5409,5	5087,5	6224,5	6178,0	6156,0	6234,5	7114,5	1306,0
1	7,42	PRE	P	1	7012,0	8331,0	9036,0	8877,0	7842,5	6917,5	7084,5	8524,5	1647,5
1	7,42	PRE	P	1	6569,0	6993,0	7341,5	6333,5	6379,0	6114,0	5143,5	4143,5	1423,5
1	7,42	PRE	P	1	6474,0	6383,0	5117,0	7937,0	7641,0	8543,0	8009,0	7282,0	969,0
1	7,42	PRE	P	1	7224,0	7338,0	7894,5	9032,5	8327,0	8130,0	6356,0	7341,0	904,5
1	7,42	PRE	P	1	6553,0	7092,0	8816,0	8808,0	8584,5	8546,5	8626,5	8467,5	1927,5
1	7,42	PRE	P	1	7240,0	7937,0	8013,5	7239,5	6810,5	5886,5	5645,0	6137,0	1340,5
1	7,42	PRE	P	1	7773,5	7493,5	9172,0	8627,0	6750,0	6008,0	5243,0	3704,0	897,0
1	7,42	PRE	P	1	7914,5	7959,5	8429,5	8164,5	7163,0	7300,0	6584,0	6879,0	1264,5
1	7,42	PRE	P	1	8130,5	8470,5	6591,5	5908,5	5526,5	5450,5	5602,0	6080,0	1465,5
1	7,42	PRE	P	1	8013,0	8703,0	7717,0	8308,0	8395,0	8661,0	8020,0	7406,0	1730,5
1	7,42	PRE	P	1	7197,5	6879,5	7148,5	6716,5	5468,5	4681,5	5332,5	5469,5	953,5
1	7,42	PRE	P	2	6845,5	4859,5	3832,0	4000,0	3689,0	2566,0	2835,0	4549,0	1545,0
1	7,42	PRE	P	2	6875,5	6685,5	2331,0	3930,0	4821,5	4799,5	4749,0	5038,0	1162,0
1	7,42	PRE	P	2	5587,0	5451,0	5389,0	3828,0	3374,0	4799,0	6750,5	8107,5	1685,0
1	7,42	PRE	P	2	7569,0	8578,0	8695,0	7392,0	6182,0	6265,0	5306,5	5306,5	1439,0
1	7,42	PRE	P	2	6667,5	5469,5	5281,0	5090,0	5208,5	5746,5	6068,0	6690,0	1329,0
1	7,42	PRE	P	2	5564,0	5768,0	5060,5	4915,5	4578,5	5374,5	5902,0	6773,0	1613,0
1	7,42	PRE	P	2	5538,5	6265,5	7478,5	6848,5	6220,0	6812,0	7607,0	6994,0	1594,0
1	7,42	PRE	P	2	6186,5	7937,5	7630,0	6243,0	5394,0	4818,0	5314,0	5875,0	1048,5
1	7,42	PRE	P	2	5822,5	3911,5	6193,0	5708,0	5726,5	5500,5	6629,5	6636,5	1249,5
1	7,42	PRE	P	2	6360,0	6421,0	5569,0	5697,0	5431,5	5909,5	6288,0	5940,0	1401,0
1	7,42	PRE	P	2	8164,0	7475,0	7955,5	8092,5	7932,5	8069,5	8271,0	7360,0	1753,5
1	7,42	PRE	P	2	6140,5	6906,5	6069,0	5250,0	6663,5	6852,5	6189,5	5901,5	1586,5

### 9.9.2 RMP (KPa) para Segunda fecha (HM)

TABLA DE DATOS DE RMP (KPA) PARA SEGUNDA FECHA (HM)

Fec ha	Sitio	Trat.	P	R	50	100	150	200	250	300	350	400	450
2	7,31	POST	LA	1	3938,0	2415,0	4927,5	6307,5	5967,0	5572,0	4367,5	4321,5	1806,5
2	7,31	POST	LA	1	5913,5	5989,5	6284,5	4367,5	4617,5	5155,5	8649,0	5133,0	1260,5
2	7,31	POST	LA	1	6474,5	7800,5	8615,0	9904,0	10038	10030	9589,5	8649,5	2007,5
2	7,31	POST	LA	1	7990,5	9885,5	9323,5	8247,5	7334,5	7993,5	9733,5	10038	1579,0
2	7,31	POST	LA	1	5189,0	5091,0	5534,0	6785,0	7338,0	8778,0	9846,5	10038	1768,5
2	7,31	POST	LA	2	3085,5	4935,5	6307,0	6626,0	6235,0	6440,0	7951,5	6996,5	2007,5
2	7,31	POST	LA	2	3393,0	3780,0	4446,0	5621,0	5474,0	6103,0	7716,5	8429,5	1511,0
2	7,31	POST	LA	2	4006,5	4847,5	6440,0	6402,0	6079,5	4813,5	3824,5	6341,5	1662,5
2	7,31	POST	LA	2	5651,0	8335,0	7391,0	8278,0	7034,5	6807,5	8248,0	8225,0	1814,0
2	7,31	POST	LA	2	2706,0	2199,0	5412,5	5155,5	4575,0	3870,0	4068,0	4697,0	1041,0
2	7,31	PRE	LA	1	6076,0	5720,0	3756,0	3453,0	4908,5	7099,5	9092,5	6462,5	1962,0
2	7,31	PRE	LA	1	6386,5	7645,5	7339,0	7035,0	7262,5	7270,5	7815,5	8369,5	1655,0
2	7,31	PRE	LA	1	5988,0	6512,0	5155,0	5769,0	4461,0	4886,0	9870,5	8210,5	2007,5
2	7,31	PRE	LA	1	3866,0	4465,0	5079,0	6694,0	5852,5	7724,5	8881,0	7629,0	1488,0
2	7,31	PRE	LA	1	3938,5	4567,5	4400,5	3400,5	5200,5	8914,5	9104,5	9771,5	2007,5
2	7,31	PRE	LA	2	5818,0	4962,0	6632,5	5511,5	4378,0	5227,0	6648,0	8353,0	1196,0
2	7,31	PRE	LA	2	5753,5	8035,5	6261,5	4896,5	5124,5	5799,5	7046,0	8251,0	1981,0
2	7,31	PRE	LA	2	6614,0	5887,0	3510,5	5852,5	6496,5	7557,5	8527,5	9748,5	2007,5
2	7,31	PRE	LA	2	5113,0	4992,0	5280,5	8206,5	8050,5	10038	9119,5	9324,5	2007,5
2	7,31	PRE	LA	2	4840,5	6205,5	5636,0	4992,0	5595,0	6830,0	6853,0	5587,0	1272,0
2	7,31	POST	LM	1	3761,0	3154,0	2425,5	2706,5	3608,0	3738,0	3552,5	3938,5	449,5
2	7,31	POST	LM	1	5374,5	5686,5	5095,0	4503,0	2350,5	1615,5	2744,0	2912,0	980,0
2	7,31	POST	LM	1	3309,0	2726,0	4980,0	5503,0	4856,0	5174,0	5329,0	6702,0	1435,0
2	7,31	POST	LM	1	6220,5	6394,5	6565,0	6088,0	6796,0	7797,0	9510,0	9851,0	1920,0
2	7,31	POST	LM	1	7080,0	5057,0	2824,0	3294,0	4841,0	6531,0	6481,5	7641,5	2003,5
2	7,31	POST	LM	2	3930,5	7068,5	7657,0	7346,0	6632,5	6989,5	7315,5	7254,5	1340,5
2	7,31	POST	LM	2	5044,5	4734,5	6587,5	6762,5	6357,5	6250,5	6155,5	5443,5	1310,0
2	7,31	POST	LM	2	5720,0	6015,0	5655,0	5572,0	5205,0	4977,0	5435,5	5412,5	1185,0
2	7,31	POST	LM	2	4894,5	5265,5	6174,0	5568,0	4184,5	2357,5	4920,5	7042,5	1999,5
2	7,31	POST	LM	2	5265,0	5712,0	5992,0	6410,0	5727,0	5636,0	6314,0	7064,0	1954,0
2	7,31	POST	LM	2	5231,0	5959,0	7038,5	6227,5	5045,0	4931,0	5889,5	6155,5	1439,0
2	7,31	PRE	LM	1	6126,0	6224,0	8237,0	8570,0	8422,5	9119,5	9767,5	10003	1931,5
2	7,31	PRE	LM	1	379,5	341,5	607,0	4480,0	4355,5	4218,5	7413,5	8353,5	1624,5
2	7,31	PRE	LM	1	5128,0	2779,0	3328,0	3458,0	3567,5	4295,5	3832,5	4703,5	976,5
2	7,31	PRE	LM	1	4924,0	5909,0	5591,0	4901,0	4408,0	4356,0	4128,0	4447,0	1063,5
2	7,31	PRE	LM	1	6284,5	5094,5	4796,0	3628,0	3578,5	3305,5	3313,0	4071,0	1120,5
2	7,31	PRE	LM	2	2593,0	3913,0	4514,0	4295,0	3643,5	2770,5	3680,5	3749,5	961,5

2	7,31	PRE	LM	2	5773,0	5879,0	5379,0	4871,0	3578,5	3502,5	3703,5	4582,5	1097,5
2	7,31	PRE	LM	2	7267,0	5932,0	4821,5	4359,5	4283,5	4123,5	4461,5	4749,5	1367,0
2	7,31	PRE	LM	2	7258,5	4847,5	5879,0	4864,0	4621,0	4924,0	5082,0	7576,0	1821,5
2	7,31	PRE	LM	2	6095,5	7512,5	6537,5	5794,5	5993,0	5841,0	7190,5	8812,5	1886,0
2	7,2	POST	LM A	1	6053,0	7812,0	6504,0	6345,0	5272,0	5015,0	4999,0	4590,0	1151,0
2	7,2	POST	LM A	1	6705,0	8403,0	6322,5	6905,5	9150,0	9703,0	9487,5	8850,5	1829,0
2	7,2	POST	LM A	1	8422,5	7406,5	6830,5	6701,5	6375,5	6618,5	6076,0	7145,0	1636,0
2	7,2	POST	LM A	1	8441,5	7895,5	8184,0	8213,0	8198,5	8183,5	5083,0	4969,0	1427,5
2	7,2	POST	LM A	1	7823,0	8013,0	5853,0	2889,0	3210,5	3772,5	3908,5	6386,5	1677,5
2	7,2	POST	LM A	1	5231,0	5337,0	6012,0	8020,0	7464,0	8130,0	9521,0	9817,0	2003,5
2	7,2	POST	LM A	1	4336,5	9286,5	9006,0	10007	9991,5	8581,5	9632,0	9632,0	1950,5
2	7,2	POST	LM A	1	2112,0	3203,0	6970,0	7365,0	6360,5	7512,5	8050,0	7179,0	1981,0
2	7,2	POST	LM A	1	5170,0	7406,0	7512,0	6519,0	6235,0	8425,0	9946,5	9946,5	1927,5
2	7,2	POST	LM A	1	7494,0	8873,0	6955,0	5992,0	5609,5	5988,5	6223,5	6799,5	1969,5
2	7,2	POST	LM A	2	4347,5	4855,5	5060,0	4453,0	4154,5	4980,5	5697,5	6325,5	1639,5
2	7,2	POST	LM A	2	4135,0	4386,0	4435,5	4752,5	5052,5	5507,5	5262,0	5724,0	1503,0
2	7,2	POST	LM A	2	5124,5	7876,5	8737,0	8600,0	7987,0	7463,0	8440,5	9160,5	1844,5
2	7,2	POST	LM A	2	5757,5	7053,5	8509,0	9131,0	8027,0	7899,0	9305,0	9821,0	2007,5
2	7,2	POST	LM A	2	5200,5	4958,5	5436,0	6080,0	6406,0	6239,0	5469,0	4992,0	1382,0
2	7,2	POST	LM A	2	4477,0	5189,0	6429,0	6929,0	6045,0	5454,0	5572,0	5693,0	1158,5
2	7,2	POST	LM A	2	5628,5	6265,5	6102,0	5905,0	5985,0	6516,0	6163,0	6535,0	1931,5
2	7,2	POST	LM A	2	4146,5	4745,5	5306,5	7443,5	7812,0	8456,0	9066,5	10015	2007,5
2	7,2	POST	LM A	2	5792,0	6853,0	6141,0	6156,0	5609,5	5276,5	5814,5	5874,5	1446,5
2	7,2	POST	LM A	2	2536,0	3377,0	3851,5	3494,5	3843,0	3790,0	3858,5	4070,5	995,5
2	7,2	PRE	LM A	1	5704,0	6038,0	6246,5	5768,5	7365,5	9396,5	9801,5	9953,5	2003,5
2	7,2	PRE	LM A	1	8042,5	8027,5	6382,5	5988,5	6174,5	6030,5	6016,0	6031,0	1893,5
2	7,2	PRE	LM A	1	6512,5	6799,5	6751,0	6182,0	6231,5	4594,5	4730,5	5511,5	1245,5
2	7,2	PRE	LM A	1	4958,0	6050,0	6068,5	7053,5	7459,5	7405,5	6765,5	6682,5	1613,0
2	7,2	PRE	LM A	1	9013,5	10030	8770,0	6588,0	6966,5	7663,5	9176,5	9843,5	1999,5
2	7,2	PRE	LM A	1	5428,5	3562,5	4719,0	5909,0	6273,0	7554,0	8305,0	8077,0	2007,5
2	7,2	PRE	LM A	1	9176,0	8585,0	8119,0	7922,0	6754,5	5859,5	8009,5	7697,5	1340,5
2	7,2	PRE	LM A	1	7080,5	7322,5	6477,0	6387,0	6280,5	6523,5	7558,5	8626,5	1874,5
2	7,2	PRE	LM	1	7386,5	7811,5	6743,5	7122,5	7217,0	7164,0	8364,5	8736,5	1404,5

			A										
2	7,2	PRE	LM A	1	8486,5	7069,5	4620,0	4787,0	5472,5	6185,5	5299,0	4542,0	1109,0
2	7,2	PRE	LM A	2	5269,0	6641,0	7031,5	7379,5	6845,5	6738,5	7254,5	6087,5	1507,0
2	7,2	PRE	LM A	2	5367,0	6572,0	7023,0	7235,0	7289,5	8137,5	9365,5	10034	2007,5
2	7,2	PRE	LM A	2	5780,0	6387,0	7743,5	8213,5	7687,0	7323,0	7247,5	7346,5	1560,0
2	7,2	PRE	LM A	2	6220,0	6721,0	7110,5	6670,5	4996,0	4875,0	1357,5	1570,5	256,5
2	7,2	PRE	LM A	2	3881,0	5018,0	5148,0	4549,0	4170,5	4533,5	4772,0	6130,0	1249,5
2	7,2	PRE	LM A	2	3452,5	3225,5	2938,0	3393,0	2574,0	2475,0	4981,0	5579,0	1389,5
2	7,2	PRE	LM A	2	5894,0	7008,0	7565,0	5678,0	6136,5	5636,5	7687,0	9627,0	1636,0
2	7,2	PRE	LM A	2	8028,0	7883,0	6701,5	5450,5	4894,0	4158,0	6053,5	7698,5	1416,0
2	7,2	PRE	LM A	2	6572,0	6064,0	5208,0	7603,0	8324,0	9415,0	9839,5	10038	2007,5
2	7,2	PRE	LM A	2	4373,5	5329,5	6302,5	6311,5	6216,0	7133,0	7649,0	7717,0	1537,5
2	7,2	POST	LM B	1	3752,5	5162,5	4522,0	4765,0	2941,0	2259,0	2114,5	3472,5	1022,0
2	7,2	POST	LM B	1	4355,5	4787,5	4806,0	4366,0	4105,5	4370,5	4245,0	5094,0	1192,5
2	7,2	POST	LM B	1	4246,0	4344,0	4401,5	3203,5	4237,5	4987,5	5193,0	6254,0	1605,5
2	7,2	POST	LM B	1	3218,5	3877,5	3866,5	4268,5	4591,0	5227,0	5541,5	6572,5	1499,5
2	7,2	POST	LM B	1	4070,5	5572,5	6008,0	4711,0	4878,0	6659,0	6565,0	6231,0	1427,5
2	7,2	POST	LM B	2	2513,0	3559,0	4840,0	6023,0	5761,0	5321,0	5364,0	6189,0	1548,5
2	7,2	POST	LM B	2	3859,0	5943,0	7925,5	8244,5	7231,5	6807,5	6075,5	6258,5	1738,0
2	7,2	POST	LM B	2	5291,0	6034,0	5078,5	5070,5	5629,0	6265,0	7114,0	8289,0	1359,0
2	7,2	POST	LM B	2	6156,0	8688,0	7804,0	5833,0	6678,0	6231,0	5723,5	7466,5	1594,0
2	7,2	POST	LM B	2	5052,5	6561,5	8573,0	9703,0	9600,5	9297,5	9559,5	6269,5	1079,0
2	7,2	PRE	LM B	1	5894,0	5833,0	6698,0	7092,0	7092,0	7516,0	7842,5	8296,5	1992,0
2	7,2	PRE	LM B	1	4780,5	6993,5	7471,0	6705,0	6011,5	6178,5	5868,0	6360,0	1219,0
2	7,2	PRE	LM B	1	4586,0	7862,0	7448,0	8381,0	8971,5	9024,5	9847,5	9915,5	1999,5
2	7,2	PRE	LM B	1	7770,0	9173,0	8960,0	9438,0	9297,5	9463,5	9961,5	9984,5	2007,5
2	7,2	PRE	LM B	1	5610,0	5883,0	5526,5	6110,5	6205,0	6220,0	6379,0	6440,0	1116,5
2	7,2	PRE	LM B	1	3268,0	4382,0	5223,0	5618,0	5579,0	5390,0	5443,5	6155,5	1404,5
2	7,2	PRE	LM B	2	2453,0	5303,0	7395,0	7062,0	6842,0	7705,0	7766,5	8092,5	1871,0
2	7,2	PRE	LM B	2	7565,5	5056,5	6466,5	7019,5	7175,5	6583,5	7740,5	6951,5	1670,0
2	7,2	PRE	LM B	2	7080,5	7746,5	7880,0	7826,0	7891,5	8952,5	7375,5	9218,5	1768,5
2	7,2	PRE	LM B	2	5507,5	7083,5	6049,5	5086,5	6796,0	7152,0	7153,0	9017,0	1931,5

2	7,2	PRE	LM B	2	6053,5	5333,5	5749,5	6197,5	6761,5	6898,5	7417,5	7804,5	1109,0
2	7,42	PRE	P	1	5639,5	6974,5	5951,5	5162,5	4037,5	2491,5	1986,5	2517,5	673,0
2	7,42	PRE	P	1	3104,5	4188,5	4162,0	4594,0	4358,5	3782,5	3233,5	3256,5	586,0
2	7,42	PRE	P	1	3707,0	5352,0	4135,0	5128,0	4942,0	4807,0	4541,5	4359,5	794,5
2	7,42	PRE	P	1	2828,5	2069,5	2339,5	4256,5	5143,5	5090,5	4885,5	4127,5	658,0
2	7,42	PRE	P	1	5764,5	6075,5	5167,0	4939,0	4883,0	4655,0	3973,0	3517,0	646,5
2	7,42	PRE	P	2	3900,0	3385,0	3438,0	3627,0	3809,0	4067,0	3396,5	3616,5	737,5
2	7,42	PRE	P	2	3514,0	2793,0	2676,0	3965,0	4408,0	4598,0	3885,5	3324,5	658,0
2	7,42	PRE	P	2	4367,0	3980,0	4303,0	3893,0	3893,5	4066,5	3386,0	2779,0	533,0
2	7,42	PRE	P	2	4617,5	6397,5	6906,0	5034,0	3938,0	3415,0	3362,0	3469,0	483,5
2	7,42	PRE	P	2	2482,5	2361,5	1626,5	1254,5	1509,5	2645,5	3559,5	3817,5	772,0
2	7,42	POST	P	1	4790,5	6511,5	5375,0	4685,0	3809,5	3597,5	3699,5	3555,5	753,0
2	7,42	POST	P	1	3097,0	3181,0	4041,0	4670,0	4158,0	3908,0	3312,5	3024,5	616,5
2	7,42	POST	P	1	4223,0	4177,0	5310,0	6553,0	4340,0	4613,0	4617,0	3775,0	703,5
2	7,42	POST	P	1	3723,0	4481,0	4984,0	5250,0	4859,5	4564,5	4268,0	3722,0	480,0
2	7,42	POST	P	1	4662,0	5724,0	5503,5	4768,5	4700,0	4048,0	2915,0	3210,0	722,5
2	7,42	POST	P	2	2456,0	3601,0	4597,5	4939,5	4886,0	4386,0	3317,0	3051,0	1022,0
2	7,42	POST	P	2	4223,0	5034,0	6201,5	5730,5	5852,5	5147,5	3972,0	3366,0	722,5
2	7,42	POST	P	2	3950,0	4064,0	3521,5	2870,5	2711,0	2878,0	2858,0	2812,0	627,5
2	7,42	POST	P	2	5936,0	5882,0	5158,5	6470,5	5624,5	4313,5	3585,5	3229,5	707,5
2	7,42	POST	P	2	8149,5	8338,5	6186,5	4298,5	4658,5	4188,5	3297,5	4094,5	1018,0



3	7,2	PRE	LM B	2	2499,9	2499,9	3749,8	4999,7	6249,7	6249,7	4999,7	6249,7	4999,7
3	7,2	PRE	LM B	2	2499,9	3749,8	3749,8	4999,7	4999,7	4999,7	4999,7	4999,7	6249,7
3	7,2	POST	LM B	1	2499,9	2499,9	2499,9	4999,7	3749,8	4999,7	6249,7	4999,7	4999,7
3	7,2	POST	LM B	1	2499,9	3749,8	2499,9	4999,7	4999,7	3749,8	4999,7	6249,7	6249,7
3	7,2	POST	LM B	1	2499,9	2499,9	2499,9	6249,7	4999,7	6249,7	4999,7	3749,8	6249,7
3	7,2	POST	LM B	2	2499,9	1249,9	2499,9	4999,7	4999,7	6249,7	7499,6	7499,6	7499,6
3	7,2	POST	LM B	2	2499,9	2499,9	3749,8	4999,7	4999,7	6249,7	6249,7	6249,7	7499,6
3	7,2	POST	LM B	2	1249,9	2499,9	2499,9	2499,9	4999,7	4999,7	6249,7	6249,7	6249,7
3	7,31	PRE	LA	1	2499,9	3749,8	2499,9	4999,7	4999,7	4999,7	6249,7	6249,7	4999,7
3	7,31	PRE	LA	1	2499,9	2499,9	4999,7	4999,7	3749,8	4999,7	4999,7	4999,7	6249,7
3	7,31	PRE	LA	1	2499,9	2499,9	3749,8	3749,8	4999,7	4999,7	3749,8	3749,8	4999,7
3	7,31	PRE	LA	2	2499,9	2499,9	2499,9	3749,8	4999,7	6249,7	4999,7	4999,7	4999,7
3	7,31	PRE	LA	2	1249,9	2499,9	2499,9	3749,8	2499,9	4999,7	6249,7	6249,7	4999,7
3	7,31	PRE	LA	2	2499,9	3749,8	3749,8	2499,9	2499,9	4999,7	4999,7	3749,8	4999,7
3	7,31	POST	LA	1	2499,9	2499,9	3749,8	4999,7	4999,7	6249,7	6249,7	7499,6	7499,6
3	7,31	POST	LA	1	2499,9	2499,9	3749,8	4999,7	6249,7	6249,7	6249,7	7499,6	6249,7
3	7,31	POST	LA	1	2499,9	1249,9	3749,8	2499,9	4999,7	4999,7	6249,7	6249,7	4999,7
3	7,31	POST	LA	2	2499,9	3749,8	2499,9	3749,8	6249,7	6249,7	6249,7	8749,5	13749
3	7,31	POST	LA	2	1249,9	3749,8	3749,8	4999,7	4999,7	6249,7	4999,7	6249,7	4999,7
3	7,31	POST	LA	2	2499,9	2499,9	2499,9	3749,8	4999,7	6249,7	8749,5	6249,7	6249,7
3	7,31	PRE	LM	1	1249,9	2499,9	2499,9	4999,7	4999,7	4999,7	3749,8	3749,8	4999,7
3	7,31	PRE	LM	1	1249,9	2499,9	2499,9	4999,7	2499,9	1249,9	3749,8	3749,8	8749,5
3	7,31	PRE	LM	1	1249,9	2499,9	4999,7	3749,8	4999,7	3749,8	6249,7	6249,7	6249,7
3	7,31	PRE	LM	2	1249,9	1249,9	2499,9	4999,7	4999,7	6249,7	6249,7	4999,7	3749,8
3	7,31	PRE	LM	2	2499,9	2499,9	3749,8	4999,7	4999,7	4999,7	4999,7	4999,7	4999,7
3	7,31	PRE	LM	2	1249,9	2499,9	3749,8	6249,7	3749,8	4999,7	6249,7	3749,8	6249,7
3	7,31	POST	LM	1	1249,9	2499,9	1249,9	3749,8	2499,9	3749,8	4999,7	4999,7	4999,7
3	7,31	POST	LM	1	2499,9	2499,9	2499,9	4999,7	4999,7	4999,7	6249,7	6249,7	4999,7
3	7,31	POST	LM	1	1249,9	2499,9	2499,9	2499,9	3749,8	3749,8	4999,7	3749,8	4999,7
3	7,31	POST	LM	2	2499,9	2499,9	2499,9	2499,9	4999,7	3749,8	4999,7	4999,7	6249,7
3	7,31	POST	LM	2	2499,9	2499,9	3749,8	4999,7	3749,8	3749,8	6249,7	6249,7	6249,7
3	7,31	POST	LM	2	1249,9	2499,9	2499,9	2499,9	4999,7	4999,7	4999,7	4999,7	4999,7
3	7,42	PRE	P	1	1249,9	2499,9	1249,9	3749,8	3749,8	2499,9	3749,8	2499,9	2499,9
3	7,42	PRE	P	1	1249,9	2499,9	2499,9	3749,8	3749,8	3749,8	3749,8	2499,9	2499,9
3	7,42	PRE	P	1	1249,9	1249,9	1249,9	2499,9	3749,8	2499,9	3749,8	2499,9	2499,9
3	7,42	PRE	P	2	1249,9	2499,9	1249,9	2499,9	3749,8	3749,8	3749,8	3749,8	2499,9
3	7,42	PRE	P	2	2499,9	1249,9	3749,8	3749,8	2499,9	3749,8	3749,8	2499,9	3749,8
3	7,42	PRE	P	2	1249,9	2499,9	2499,9	3749,8	3749,8	2499,9	2499,9	2499,9	2499,9
3	7,42	POST	P	1	2499,9	2499,9	2499,9	2499,9	3749,8	2499,9	2499,9	2499,9	2499,9
3	7,42	POST	P	1	2499,9	2499,9	3749,8	3749,8	8749,5	0,0	2499,9	2499,9	2499,9
3	7,42	POST	P	1	1249,9	1249,9	2499,9	3749,8	2499,9	3749,8	2499,9	3749,8	2499,9

3	7,42	POST	P	2	1249,9	2499,9	2499,9	2499,9	2499,9	3749,8	2499,9	2499,9	2499,9
3	7,42	POST	P	2	2499,9	1249,9	3749,8	3749,8	3749,8	3749,8	3749,8	2499,9	2499,9
3	7,42	POST	P	2	1249,9	2499,9	1249,9	2499,9	2499,9	2499,9	2499,9	1249,9	2499,9