



Estudio de compactación y permeabilidad del suelo en un estacionamiento del campus universitario de la UNCPBA-Tandilen noviembre de 2013.

ALVAREZ, FACUNDO (facu.neco@gmail.com)
BAYALA, M. PAZ (maria_bayala@hotmail.com)
LAINO BALDINI, CRISTIAN (cristian.laino.5@gmail.com)
TERAN, EZEQUIEL (ezequiel.j.teran@gmail.com)

**Física Experimental I - Facultad de Ciencias Exactas - UNICEN
Noviembre de 2013**

Tabla de contenido

RESUMEN:.....	3
INTRODUCCIÓN:.....	3
MATERIALES UTILIZADOS:.....	4
PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL:	5
RESULTADOS OBTENIDOS Y ANÁLISIS:.....	8
CONCLUSIONES:.....	11
BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS:.....	11
APÉNDICE GENERAL:.....	12
MIRADA A FUTURO:.....	19

RESUMEN:

Percibiendo las características del suelo de la zona a estudiar (color, estructura, contenido de humedad, espacios vacíos o poros, etc.) se realizó un trabajo de campo en el cual se determinó, de manera indirecta, el grado de dureza del suelo. En esta experiencia se determinó una incertidumbre asociada a la apreciación del ojo humano a la hora de leer los valores arrojados por el artefacto de medición.

Luego de realizar un exhaustivo tratamiento de los datos obtenidos, se pudo observar tres zonas que presentan distinta dureza, asociada con el uso que se le da al suelo en cada zona.

INTRODUCCIÓN:

La compactación del suelo es el proceso mediante el cual las partículas que lo componen son obligadas a estar más en contacto unas con otras mediante la reducción del índice de vacíos que conlleva la destrucción de los espacios porosos que hay en el suelo, que causa disminución de la circulación de agua y aire.

Por lo general, las técnicas de compactación se aplican a rellenos artificiales tales como cortinas de presas de tierra, diques, terraplenes para caminos y ferrocarriles, bordes de defensas, muelles, etc.

Sin embargo, en condiciones naturales la compactación del suelo supone un grave problema para el equilibrio biótico y abiótico de un ecosistema. Alterando tanto el escurrimiento de agua, así como también la esponjosidad y capacidad de contracción, además del impedimento del enraizamiento de las especies vegetales silvestres.

Hasta el momento, no hay registros de estudio de la problemática a abordar en la zona elegida, y los ya realizados, se refieren a la compactación en zonas agrícolas y ganaderas. En estos mismos se expone que, cuando esto ocurre, la principal desventaja es que el suelo, además de perder fertilidad, pierde la capacidad de absorber el agua que procede de las precipitaciones,

provocando así grandes desplazamientos de masas de agua a zonas más bajas, dando como resultado el anegamiento de las mismas y posterior sobre-erosión. De esta manera, aumenta la velocidad de desertificación de las zonas agrícolas, además de la pérdida económica y reducción de rindes que sugiere.

Cuando se presenta un grado de compactación alto, y el área afectada es amplia, este problema se puede solucionar por métodos mecánicos (arado, rastreo, surcado) o bien, adicionando materia orgánica al suelo.

En este trabajo, se estudiará el cambio espacial en la dureza del suelo originada a partir de un uso indebido del mismo, tal como es en el área de estudio elegida (ver Figura IV- Apéndice), donde se muestra un estacionamiento espontáneo (semi-vallado) en el que se ve una progresiva disminución de vegetación desde los lugares donde no hay circulación a los que presentan gran uso por parte del personal que asiste en vehículos particulares a realizar sus respectivos trabajos en los edificios aledaños a la zona estudiada.

Para realizar dicho estudio en particular, se fabricó un dispositivo que proporciona golpes de igual magnitud en la fuerza aplicada por medio de una masa (y aprovechando la aceleración que la gravedad efectúa sobre la misma) a un penetrómetro que se encuentra en la parte inferior de dicho dispositivo, el cual, al ir penetrando en el suelo, permite estimar el grado de compactación del mismo. Lo que se desea obtener es una estimación de la compactación del suelo debida al exceso de uso que sufre.

MATERIALES UTILIZADOS:

A la hora de realizar las mediciones se emplearon los siguientes materiales:

→ Para estimar la compactación:

◆ Transecta:

- Hilo de algodón: (28.0 ± 0.1) m
- Estacas de hierro: 2
- Tapas de botellas de gaseosa (color distinto a verde): 14

- ◆ Soporte:
 - Caño cilíndrico de hierro [(1.0±0.1)m] con pie adosado.
 - Penetrómetro de acero de (29.0±0.1)m graduado.
 - Masa cilíndrica de (2.30±0.01)Kg graduada al decímetro.
- ◆ Regla metálica con sensibilidad al milímetro.
- ◆ Cinta métrica de (5.00±0.01)m con sensibilidad al milímetro.
- ◆ Demás insumos requeridos para el registro de datos.

→ Para estimar la superficie de suelo desnudo y densidad de vegetación:

- ◆ CámaraNitron d80
- ◆ Programa de procesamiento de imágenesCobCal (INTA)

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL:

El procedimiento seguido a la hora de estimar dureza del suelo mediante penetración, fue:

- Selección de la zona a estudiar y colocar ahí la transecta(I).
- Se recorrió la transecta punto a punto(distanciados 2 metros), extrayendo en cada uno tres muestras.
 - ◆ Se colocó el soporte a (10,0±0,1)cm del punto en cuestión en forma radial y se tomaron muestras equiespaciadas a su alrededor.
 - ◆ Se colocó el penetrómetro dentro del soporte. Con este ya en posición, se arrojó la masa por el interior del vástago del mismo tres veces desde la altura marcada por la segunda línea desde arriba hacia abajo.
 - ◆ Luego de lo anterior, se retiró el dispositivo de medición, quedando al descubierto, el penetrómetro (incrustado) en el suelo.
 - ◆ Se emparejó el terreno lindante al penetrómetro y seguido por medición de la distancia existente entre la superficie del suelo hasta el extremo superior del penetrómetro (sensibilidad de la regla usada: ±0.1cm).

- Se promediaron los resultados obtenidos en cada muestra y se analizaron de manera exhaustiva.
- Una vez que se terminó de recorrer la transecta, se midieron (10.00 ± 0.01) m en dirección perpendicular a la misma (en ambos extremos) y se colocó una nueva transecta(II). Repitiéndose el procedimiento antes detallado.



Caída de la masa dentro del vástago.



Medición de la profundidad alcanzada por el penetrómetro.

Procedimiento seguido para estimar superficie de suelo cubierto y densidad de vegetación.

→ Con la transecta ya delimitada, se la recorrió punto a punto.

◆ En cada punto se tomó una fotografía con 10mg pixeles de resolución del terreno aledaño según las siguientes especificaciones:

- Altura desde el suelo: $(1.50 \pm 0.01)m$
- Zoom Óptico:0

→ Las imágenes recolectadas se cargaron en el programa CobCal (INTA).y se realizó el debido análisis.



Programa CobCal (INTA) (Captura de pantalla).

RESULTADOS OBTENIDOS Y ANÁLISIS:

En las figuras siguientes, se muestran las curvas obtenidas luego del proceso de datos. Teniendo en cuenta que el primer punto es el más cercano a la facultad de Ciencias Exactas.

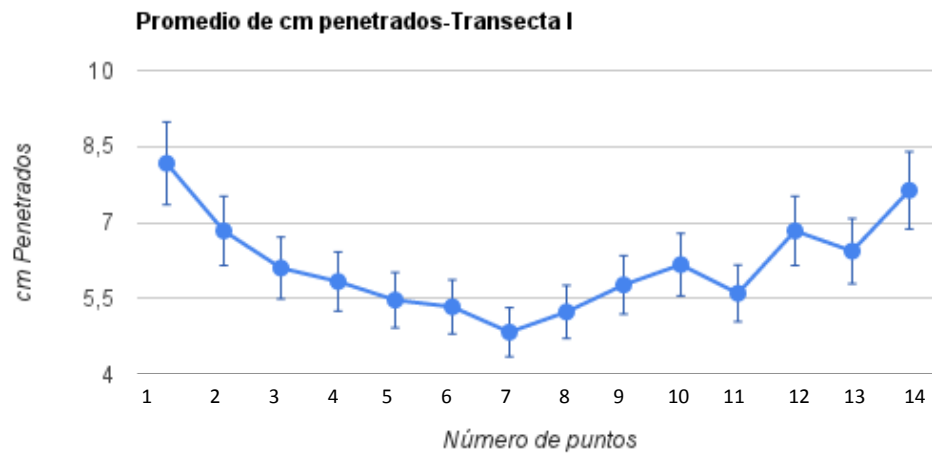


Figura I: Promedio de cm penetrados- Transecta I

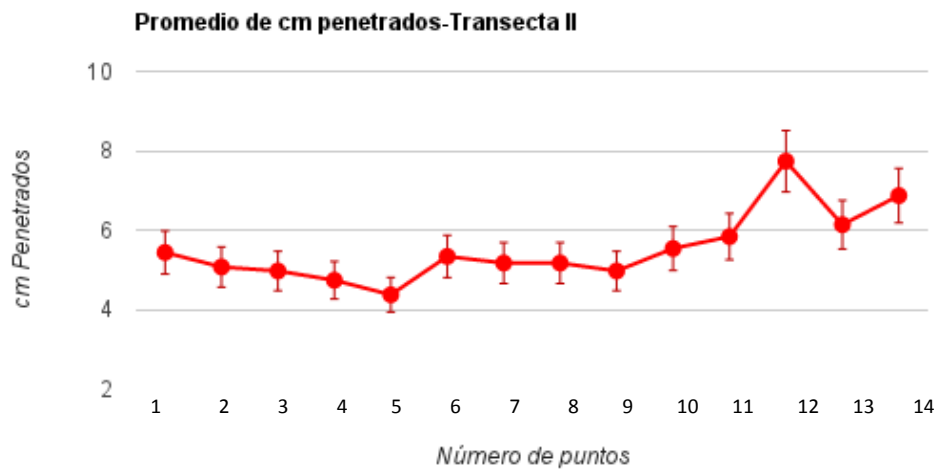


Figura II: Promedio de cm penetrados- Transecta II

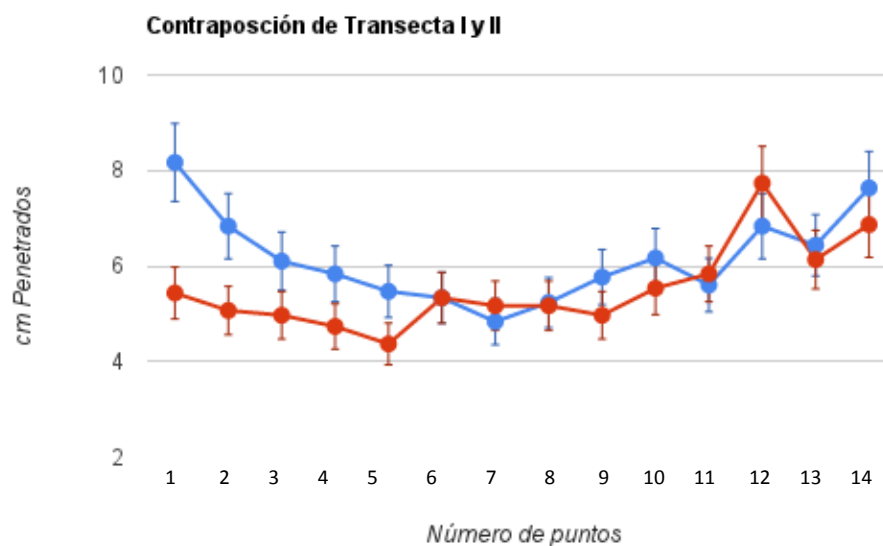


Figura III: Contraposición de Transecta I y II

En las figuras precedentes, se diferencia una zona de baja dureza comprendida entre los puntos 1 y 4, que corresponde a la zona menos transitada del predio estudiado. En los puntos 4 a 10 se ve un claro aumento de la dureza, testificado por la baja penetración. Ya entre los puntos 10 y 14, se nota una zona de dureza variable dada por la presencia de autos estacionados durante largos periodos de tiempo.

En la Tabla I se muestran los resultados obtenidos por medio de un programa sencillo cedido por el INTA.

Transecta I	Superficie Cubierta cm ²	Porcentaje de suelo cubierto
1	2109.9	85.7
2	2155.12	87.5
3	2105	85.5
4	2102.76	85.4

5	1940.81	78.8
6	1108.52	45
7	1204.52	48.9
8	1110.55	45.1
9	1157.27	47
10	993.99	40.4
11	1135.51	46.1
12	2188.67	88.9
13	1439.77	58.5
14	1322.71	53.7

Tabla I: Resultados obtenidos a partir del programa CobCal (INTA)

Como se puede observar en la Tabla I, los datos se correlacionan con los resultados de dureza, ya que se puede apreciar a través de esta donde se encuentra la zona más compactada. Así mismo se dedujo que los resultados arrojados por los puntos 6 a 11 corresponden a la zona de dureza máxima y por lo tanto la superficie cubierta y el porcentaje de esta son menores que en el resto de los puntos.

Si se desea obtener más detalles de la zona y puntos estudiados dirigirse al Apéndice 3.

CONCLUSIONES:

Se analizaron y compararon paralelamente los datos obtenidos por las mediciones de dureza de suelo y por el CobCal (INTA), lo cual nos permitió interpretar que:

→ Ambas transectas respetan una tendencia a seguir el mismo comportamiento y esto mismo se puede confirmar observando el escenario estudiado.

→ En la zona de uso excesivo se puede determinar que el suelo está más compactado que en las zonas poco uso.

→ Existe una estrecha relación entre compactación y la pérdida de vegetación, ya que en la región de uso circulan vehículos dificultando el crecimiento y provocando el desarraigo de la vegetación en la zona, lo que lleva a un mayor grado de compactación y por lo tanto una mayor dureza del suelo.

Teniendo estos puntos en cuenta podemos concluir que la hipótesis planteada se condice con los resultados finalmente obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS:

→ Metodología físicas para la investigación del suelo: Penetrometría e infiltrometría – Roberto R. Filgueira/Federico G. Micucci.

→ Environmental soil physics – Daniel Hillel.

→ Soils and the environment – Alan Wild.

→ Edafología para la agricultura y el medio ambiente – J. Porta/M. Lopez/C. Roquedo

→ <http://intainforma.inta.gov.ar/?p=7871>

→ http://www.fao.org/ag/ca/training_materials/cd27-spanish/sc/sc_pres.pdf

→ http://respuestas.wikia.com/wiki/Cuales_serian_las_consecuencias_de_la_compactacion_del_suelo_sobre_los seres_vivos_que_habitan_all%C3%AD

→ http://international_extension.ifas.ufl.edu/LaFlor/documents/pdfs/La%20compactaci%C3%B3n%20del%20suelo%20en%20las%20obras%20afecta%20a%20las%20ra%C3%ADces%E2%80%A6.pdf

→ http://www.abcagro.com/riego/compactacion_suelos.asp#2.

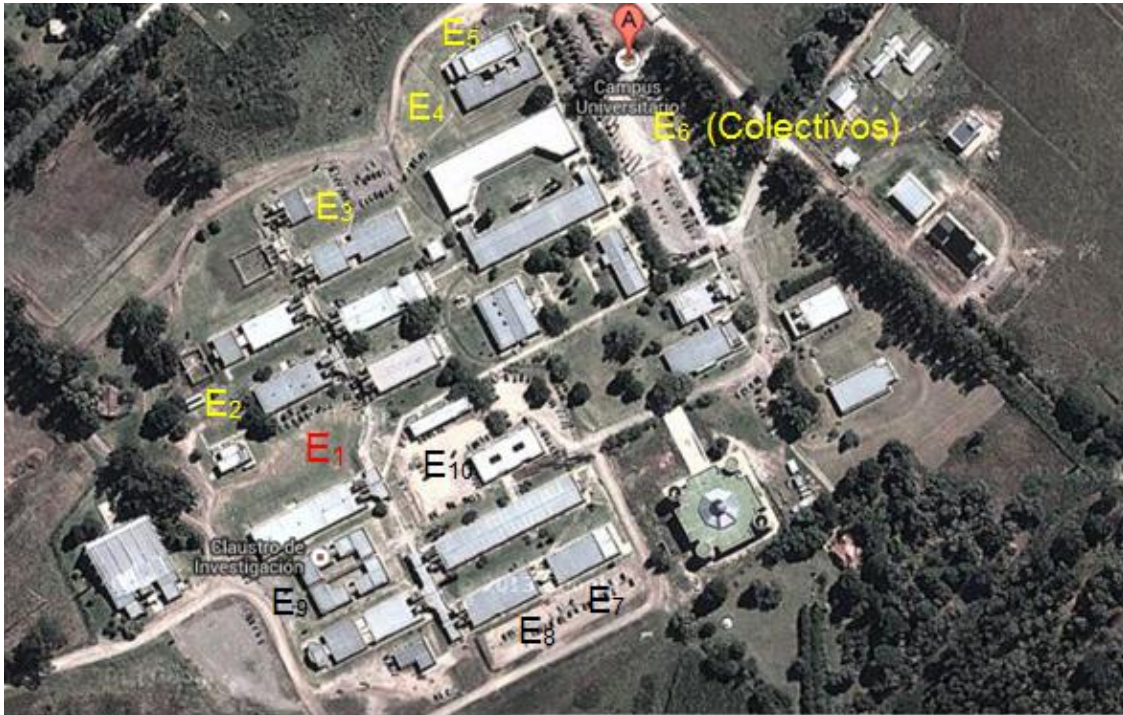
APÉNDICE GENERAL:

→ Dentro del trabajo de campo también se realizó una encuesta sencilla en los boxes cercanos al estacionamiento, con el fin de analizar cuántas personas hacen uso de este espacio como estacionamiento. En la Tabla II se muestran los resultados en porcentaje.

<i>Encuesta</i>			
¿Conduce vehículo personal?	72% si conduce	28% no conduce	
¿Estaciona siempre en el mismo sitio?	63% si	37% no	
¿Dónde estaciona su vehículo dentro del predio del campus?	27% E1	73% Otros	
¿Desde hace cuanto tiempo estaciona en esa zona?	66% de 0 a 1 año	34% de 1 a 5 años	0% Más
¿Cuántos días a la semana estaciona su vehículo en ese predio?	83% 5 días	17% 3 días	
Le parece de interés el estudio de la compactación del suelo en el estacionamiento E1 en el campus universitario	86% si	14% no	
Cantidad de personas encuestadas	30		

Tabla II: Resultados de la encuesta en porcentaje.

→ Campus Universitario Figura IV: Imagen satelital del Campus Universitario.



→ Zona estudiada Figura V: Imagen de la zona de estudio.



Figura V: Imagen de la zona de estudio

→ Tablas usadas para el proceso de datos.

Punto	A (cm) Sobresalientes	Penetrados (cm)	B (cm) Sobresalientes	Penetrados (cm)	C (cm) Sobresalientes	Penetrados (cm)	Promedio (cm) Sobresalientes	Promedio cm penetrados	distribución Sn-1	Error total (cm)
1	21.4	7.6	19.9	9.1	21.2	7.8	20.8333	8.1667	devsq	0.1027
2	22.3	6.7	22.2	6.8	22	7	22.1667	6.8333	0.153	0.1
3	23	7	22.7	6.3	23	6	22.9	6.1	0.513	0.1001
4	22.9	6.1	23.4	5.6	23.2	5.8	23.1666	5.8334	0.252	0.1002
5	23.1	5.9	23.5	5.5	24	5	23.5333	5.4667	0.451	0.1008
6	23.9	5.1	23.5	5.5	23.6	5.4	23.6667	5.3333	0.208	0.1002
7	24.5	4.5	23.9	5.1	24.1	4.9	24.1666	4.8334	0.305	0.1004
8	23.6	5.4	23.6	5.4	24.1	4.9	23.7667	5.2333	0.289	0.1003
9	23.7	5.3	22.9	6.1	23.1	5.9	23.2333	5.7667	0.416	0.1007
10	23.1	5.9	22.7	6.7	22.7	6.3	22.8333	6.1667	0.4	0.1007
11	23.8	5.2	23.2	5.8	23.2	5.8	23.4	5.6	0.346	0.1005
12	22	7	22.1	6.9	22.4	6.6	22.1667	6.8333	0.208	0.1002
13	21.9	7.1	22.2	6.8	23.6	5.4	22.5667	6.4333	0.907	0.10034
14	22.3	6.7	21.5	7.5	20.3	8.7	21.3667	7.6333	1.007	0.10041

Punto	A (cm) Sobresalientes	Penetrados (cm)	B (cm) Sobresalientes	Penetrados (cm)	C (cm) Sobresalientes	Penetrados (cm)	Promedio (cm) Sobresalientes	Promedio cm penetrados	Distribución Sn-1	Error total (cm)
1	23.5	5.5	23.2	5.8	24	5	23.5667	5.4333	0.404	0.1006
2	23.4	5.6	24	5	24.4	4.6	23.9333	5.0667	0.503	0.1009
3	24	5	24	5	24.1	4.9	24.033	4.967	0.057	0.10001
4	24.3	4.7	24.5	4.5	24	5	24.2667	4.7333	0.251	0.10025
5	24.5	4.5	24.8	4.2	24.6	4.4	24.6333	4.3667	0.152	0.10009
6	23.6	5.4	22.9	6.1	24.5	4.5	23.6667	5.3333	0.802	0.10261
7	23.6	5.4	24.3	4.7	23.6	5.4	23.8333	5.1667	0.404	0.1006
8	23.8	5.2	23.7	5.3	24	5	23.8333	5.1667	0.152	0.10009
9	24	5	24.5	4.5	24.6	4.4	24.0333	4.9667	0.321	0.10042
10	23.4	5.6	23.7	5.3	23.3	5.7	23.4667	5.5333	0.208	0.10017
11	23.5	5.5	23.5	5.5	22.5	6.5	23.1667	5.8333	0.577	0.10127
12	20.8	8.2	20.7	8.3	22.3	6.7	21.2667	7.7333	0.896	0.10307
13	23.3	5.7	22.4	6.6	22.9	6.1	22.8667	6.1333	0.45	0.10029
14	21.2	7.8	22.8	6.2	22.4	6.6	22.1333	6.8667	0.832	0.10283

→ Imágenes y valores calculados por CobCal (INTA) de la transecta I.

Punto 1



Nombre de la imagen

0184_054.jpg

Superficie cubierta

2109.9 cm²

Porcentaje cubierto

85.7%

Fecha y hora del proceso

12/11/2013 20:53:47

Punto 2

**Nombre de la imagen**

0184_053.jpg

Superficie cubierta2155.12 cm²**Porcentaje cubierto**

87.5%

Fecha y hora del proceso

12/11/2013 20:53:32

Punto 3

**Nombre de la imagen**

0184_052.jpg

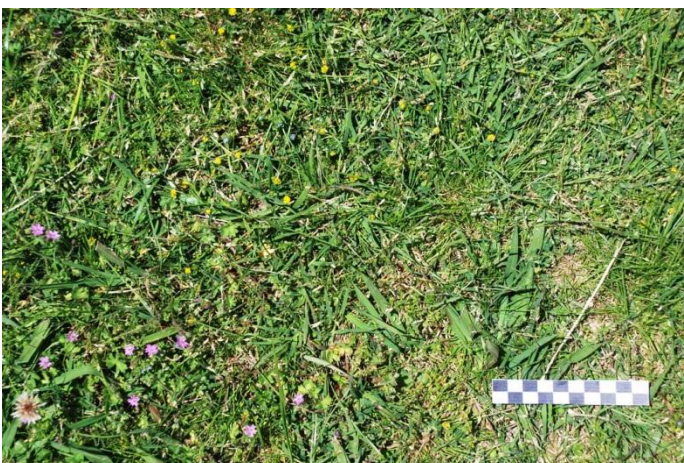
Superficie cubierta2105 cm²**Porcentaje cubierto**

85.5%

Fecha y hora del proceso

12/11/2013 20:52:46

Punto 4

**Nombre de la imagen**

0184_051.jpg

Superficie cubierta2102.76 cm²**Porcentaje cubierto**

85.4%

Fecha y hora del proceso

12/11/2013 20:52:35

Punto 5



Nombre de la imagen
0184_050.jpg
Superficie cubierta
1940.81 cm²
Porcentaje cubierto
78.8%
Fecha y hora del proceso
12/11/2013 20:52:22

Punto 6



Nombre de la imagen
0184_049.jpg
Superficie cubierta
1108.52 cm²
Porcentaje cubierto
45%
Fecha y hora del proceso
12/11/2013 20:52:01

Punto 7



Nombre de la imagen
0184_048.jpg
Superficie cubierta
1204.52 cm²
Porcentaje cubierto
48.9%
Fecha y hora del proceso
12/11/2013 20:51:47

Punto 8



Nombre de la imagen
0184_047.jpg
Superficie cubierta
1110.55 cm²
Porcentaje cubierto
45.1%
Fecha y hora del proceso
12/11/2013 20:51:32

Punto 9



Nombre de la imagen
0184_046.jpg
Superficie cubierta
1157.27 cm²
Porcentaje cubierto
47%
Fecha y hora del proceso
12/11/2013 20:50:59

Punto 10



Nombre de la imagen
0184_045.jpg
Superficie cubierta
993.99 cm²
Porcentaje cubierto
40.4%
Fecha y hora del proceso
12/11/2013 20:50:38

Punto 11



Nombre de la imagen
0184_044.jpg
Superficie cubierta
1135.51 cm²
Porcentaje cubierto
46.1%
Fecha y hora del proceso
12/11/2013 20:49:58

Punto 12



Nombre de la imagen
0184_043.jpg
Superficie cubierta
2188.67 cm²
Porcentaje cubierto
88.9%
Fecha y hora del proceso
12/11/2013 20:49:06

Punto 13



Nombre de la imagen
0184_042.jpg
Superficie cubierta
1439.77 cm²
Porcentaje cubierto
58.5%
Fecha y hora del proceso
12/11/2013 20:48:51

Punto 14

**Nombre de la imagen**

0184_041.jpg

Superficie cubierta1322.71 cm²**Porcentaje cubierto**

53.7%

Fecha y hora del proceso

12/11/2013 20:47:59

MIRADA A FUTURO:

Mirando y recorriendo el campus globalmente, se pueden ver varias zonas que están comenzando a tener la misma problemática que la estudiada. Esto a futuro, puede implicar una problemática mucho mayores que las pérdidas del hábitat de aves silvestres y sus nidos, tales como el anegamiento de zonas aledañas a estos estacionamientos espontáneos que impida el acceso a los lugares de empleo a los trabajadores de la universidad.

El grupo autor del presente trabajo, propone como una posible solución, la delimitación, y correcta planificación (además de infraestructuración) de los espacios empleados para estacionamiento. Y, claro está, esforzarse por enfatizar el uso del transporte público-colectivo, y un pensamiento sustentable a fin de lograr disminución del número de automóviles particulares y mayormente unipersonales que arriban al campus diariamente. Y, en contrapartida, disminuir la emisión de CO₂ emitido diariamente al medio ambiente, transformando así a la comunidad universitaria en un ejemplo de acción sustentable, que, trasladado a la comunidad general, puede provocar un impacto positivo al ambiente en general.