

Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional Avellaneda

MAESTRIA EN INGENIERÍA AMBIENTAL

**METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO
AMBIENTAL GENERADO POR AGREGADO DE
COPOLÍMEROS EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN.**

**Aplicación sobre losetas instaladas en el predio de la
Facultad Regional Avellaneda, Universidad Tecnológica Nacional.**

Trabajo de Tesis para optar al Título de Magister en Ingeniería Ambiental

- Tesista: Ingra. Laura Beatriz Melitón
- Directora: Ingra. Cristina Speltini
- Co-directora: Ingra. Adriana Beatriz García

Marzo 2016

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos en un principio al Laboratorio de Investigaciones del Departamento de Ingeniería Civil, por dejarme participar y colaborar con el proyecto, permitiéndome aportar los conocimientos en lo que respecta a la ingeniería ambiental, para dar una visión sustentable al uso del hormigón con agregado de copolímeros.

Agradezco especialmente a mi directora de tesis que cuando renunció el director original no tuvo ninguna duda de ayudarme y aportar toda su experiencia para que el trabajo de investigación sea consistente y transmita los conocimientos adquiridos en la cursada de la maestría. Cristina Speltini, que dedicó tiempo a corregir el trabajo y darle el marco institucional. Además quiero expresar mi gratitud a Adriana García por su apoyo y revisión de la tesis. Reconozco a Jorge Machalec por su originalidad en aportes estéticos y de revisión.

También tengo que dar las gracias a Celeste Dopaso, Margarita Ávila, Viviana Sipes, Ludmila Pegno y Héctor Larrea que colaboraron con entusiasmo en la realización de los ensayos.

Por último y por esto no menos importante a mi familia que tuvo paciencia y me brindó el apoyo para que este trabajo llegue a buen término, en especial a mi sobrino Mariano que siempre actualiza los programas de la computadora, de manera que todo este actualizado.

Gracias a todos y cada uno de los que ayudaron a hacer esto posible.

Laura Melitón

RESUMEN

El presente trabajo se aboca al estudio de impacto ambiental de modelos constructivos elaborados con hormigones que incorporan copolímeros remanentes de la industria, realizando un estudio comparativo con aquellos modelos elaborados con hormigones tradicionales.

Se diseñó una metodología para evaluar el impacto ambiental de las losetas de hormigón tradicional y losetas con agregados de copolímeros, instaladas en el predio de la Facultad Regional Avellaneda, Universidad Tecnológica Nacional.

Las losetas, de baja resistencia, se utilizan en accesos peatonales de zonas emergentes, cuya finalidad es mejorar la accesibilidad de los habitantes.

Con el objeto de realizar una cuantificación de los impactos producidos por el proyecto, en todas sus etapas, se seleccionaron un conjunto de parámetros cuya determinación se considera básica para llevar a adelante la metodología propuesta: grado de neutralidad, metales pesados, fenoles, hidrocarburos durabilidad por ataque con sulfato de sodio, ensayos de biotoxicidad, intemperismo acelerado artificial.

En el estudio de caso se seleccionaron dos indicadores para el seguimiento ambiental del proyecto, de forma de identificar la afectación del suelo, principal medio impactado.

La matriz de evaluación de impacto ambiental de las losetas de hormigón con agregado de copolímero dio un impacto positivo, y comparativamente menor que la del hormigón tradicional.

ÍNDICE

	Página
PORTADA	I
AGRADECIMIENTOS	II
RESUMEN	III
INDICE	IV
CAPÍTULO I – INTRODUCCIÓN	
I Introducción	1
CAPÍTULO II - DESCRIPCIÓN ANALÍTICA DEL PROYECTO	
II.1 Justificación	6
II.2 Marco teórico	9
II.2.1 Acerca del medio ambiente	9
II.2.2 Acerca de los nuevos materiales	10
II.2.3 Acerca de la contaminación	11
II.3 Objetivos de la tesis	13
II.4 Alcance	14
II.5 Antecedentes	14
II.6 Marco legal	18
CAPÍTULO III - METODOLOGÍA	
III.1 Introducción a la metodología	30
III.2 Metodología propuesta	31
III.2.1 Localización del proyecto y determinación del área del proyecto	33
III.2.2 Caracterización del medio físico	34
III.2.3 Descripción del proyecto	38
III.2.4 Actividad socioeconómica	40
III.2.5 Potenciales riesgos (contingencias)	40
III.2.6 Matrices de impacto ambiental	41
III.3 Elección de los parámetros a evaluar	50
III.3.1 Grado de neutralidad	51
III.3.2 Cromo	52
III.3.3 Plomo	53
III.3.4 Cinc	53
III.3.5 Fenoles	55
III.3.6 Hidrocarburos	55
III.3.7 Bioensayos de toxicidad	56
III.3.8 Intemperismo acelerado artificial	57
III.3.9 Identificación de halógenos en plásticos	58
III.3.10 Durabilidad del hormigón por ataque de sulfato de sodio	59
III.3.11 Métodos de ensayo aplicados en el laboratorio	59

CAPÍTULO IV - MATERIALES, MÉTODOS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS

IV.1	Métodos químicos y eco toxicológicos de laboratorio	62
IV.2	Muestreos	62
IV.2.1	Muestreo de losetas	62
IV.2.2	Muestreo del suelo	63
IV.3	Adecuación de las muestras	64
IV.3.1	Preparación del lixiviado de las losetas	64
IV.3.2	Preparación de los suelos	65
IV.4	Ensayos a realizar en las muestras	66
IV.5	Humedad del suelo	67
IV.6	Hidrocarburos	67
IV.6.1	Extracción de hidrocarburos por lixiviado de suelo/ loseta:	68
IV.7	Determinación de metales	68
IV.8	Fenoles	71
IV.9	Ensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga <i>Lactuca Sativa L</i>	73
IV.10	Ensayo de toxicidad aguda con lombriz de tierra	79
IV.11	Intemperismo	82
IV.11.1	Intemperismo natural	82
IV.11.2	Intemperismo acelerado artificial	87
IV.12	Ensayos físicos	90
IV.12.1	Ensayo de compresión	90
IV.12.2	Determinación de la gravedad específica	92
IV.13	Durabilidad por ataque de sulfato de sodio (IRAM 1525)	93
IV.14	Grado de neutralidad, pH	96
IV.14.1	pH en suelo según EPA9045C	96
IV.14.2	Muestras procedentes de la preparación del lixiviado de las losetas	97

Capítulo V ESTUDIO DEL CASO

V.1	Introducción	101
V.2	Localización del proyecto	101
V.3	Determinación de línea de base ambiental	104
V.3.1	Componentes valiosos del ecosistema	104
V.4	Descripción de los modelos constructivos	112
V.5	Caracterización e instalación de los modelos constructivos	114
V.6	Scoping	116
V.7	Relación entre la implementación del sendero de losetas y los planes de uso del suelo.	117
V.8	Identificación de impactos en la fase obra.	117

	Página	
V.9	Identificación de impactos fase funcionamiento	122
V.10	Seguimiento ambiental	126
V.11	Indicador de calidad variación de pH	127
V.12	Indicador de calidad toxicidad de semillas <i>Lactuca Sativa</i>	128
V.13	Fase cierre del proyecto	129
V.14	Matriz de Leopold	129

Capítulo VI CONCLUSIONES

VI.1	Introducción	143
VI.2	Análisis de la metodología propuesta	143
VI.3	Comparación ambiental ventajas y desventajas ambientales de los modelos constructivos realizados en hormigón con copolímero	146
VI.4	Perspectivas abiertas	147

BIBLIOGRAFÍA	148
---------------------	-----

ANEXO I : Hoja de seguridad	XIII
------------------------------------	------

ANEXO II: Protocolos	XIX
-----------------------------	-----

LISTADO DE TABLAS

Capítulo	Tabla N°	Descripción	Página
III	1	Conjunto de símbolos indicadores que serán colocados en la matriz	45
III	2	Métodos utilizados en los análisis realizados	60
IV	1	Nomenclatura de las muestras de losetas	63
IV	2	Nomenclatura de las muestras de suelos	63
IV	3	Análisis realizados a las muestras extraídas de losetas	66
IV	4	Análisis realizados a las muestras extraídas de suelos	67
IV	5	Humedad en suelos	67
IV	6	Hidrocarburos	68
IV	7	Resultados en mg/L de metales en el lixiviado de losetas con polímero y sin polímero.	70
IV	8	Resultados de metales en suelo, por lixiviado y en forma directa	71
IV	9	Estadísticas descriptivas de la elongación de la raíz en el ensayo negativo (Blanco)	77
IV	10	Inhibición provocada por la toxicidad ZnSO ₄ sobre el crecimiento de la radícula e hipocotilo	78
IV	11	Inhibición del crecimiento de la radícula producido por las losetas, expresado en forma porcentual.	79
IV	12	Valores de control del suelo utilizado	80
IV	13	Resumen de resultados de ensayo toxicidad aguda de la lombriz de tierra	82
IV	14	Análisis de plásticos composición por loseta ensayada	84
IV	15	Composición de los plásticos, por color	84
IV	16	Resistencia a la compresión según ASTM C39	91
IV	17	Gravedad específica según ASTM C128	92
IV	18	Valores obtenidos de Durabilidad por ataque con sulfato de sodio	95
IV	19	Criterios de evaluación de un suelo con respecto a su pH	96
IV	20	Valores de pH de suelos	96
IV	21	pH de lixiviados de losetas	98
V	1	Valores de pH como indicadores de calidad ambiental	126

LISTADO DE FIGURAS

Capítulo	Figura N°	Descripción	Página
II	1	Impacto medioambiental hormigón tradicional vs PVC y gres	17
III	1	Matriz Prognos II	44
III	2	Identificación de Hipocotilo y Radícula de la plántula	57
III	3	Ensayo Beilstein	58
IV	1	Extracción de muestras de suelo	64
IV	2	Lixiviado de loseta agitándose en el jartex	65
IV	3	Equipo de absorción atómica	69
IV	4	Aparato de destilación	72
IV	5	Esquema de desarrollo de las semillas	75
IV	6	Plántulas desarrolladas después de 120 hs	76
IV	7	Carta control de la elongación de la radícula del ensayo negativo (blanco agua de dilución)	77
IV	8	Inhibición del desarrollo de las semillas en disolución de losetas	78
IV	9	Macetas de prueba, tradicional y con copolímero, tierra con las lombrices dentro de las macetas.	82
IV	10	Relación de composición de componentes plásticos en las losetas	83
IV	11	Gráfico de barras de la composición de los plásticos por color	85
IV	12	Espectro corregido de la identificación del plástico rojo, extraído de loseta SP33	86
IV	13	Loseta expuesta a la luz UVA por 120 días	88
IV	14	Espectro resultante de la sustracción de plástico rojo virgen respecto de CSP irradiado por 120 días, con lámpara UVA	88
IV	15	Loseta CSP, expuesta a la fuente de rayos UVA, Bomba extractora de gases.	89
IV	16	Equipo de Ensayo de Compresión	90
IV	17	Variación de la gravedad específica para las diferentes composiciones	92
IV	18	Vista del dispositivo contenedor de la loseta en el ataque con Na ₂ SO ₄ , vista de la superficie, atacada y sin atacar del mortero, vista ampliada de la superficie atacada en el mortero.	95
IV	19	Loseta expuesta a la luz UVA por 120 días	88
IV	18	Vista del dispositivo contenedor de la loseta en el ataque con Na ₂ SO ₄ , vista de la superficie, atacada y sin atacar del mortero, vista ampliada de la superficie atacada en el mortero.	95
IV	19	Histograma de variación del pH de lixiviados de losetas.	97
V	1	Corte de la loseta, los puntos blancos, en la loseta izquierda, son el copolímero agregado.	100
V	2	Imagen satelital de Villa Domínico ubicación de UTN-FRA y la senda de losetas.	101

Capitulo	Figura N°	Descripción	Página
V	3	Arriba, instalación del tramo final del sendero, abajo a la izquierda del sendero, abajo derecha inicio del sendero	102
V	4	Vista del paisaje, desde el sendero hacia el estacionamiento	106
V	5	Esquema del corte hidrogeológico de la región	107
V	6	Ejemplares de aves originales que pueden encontrarse en el área de estudio	110
V	7	Ejemplares de aves que pueden encontrarse en el área de estudio	111
V	8	Molde humectado y molde relleno de hormigón con y sin copolímero	113
V	9	Estructura de polímeros termoplásticos	114
V	10	Diferencia de pH indicador de calidad ambiental	127
V	11	Indicador de calidad, toxicidad de la semilla <i>Lactuca sativa</i>	127
V	12	Nomenclatura utilizada en la matriz de Leopold	128
V	13	Matriz de Leopold	140

ABREVIATURAS

Abreviaturas y Símbolos	Descripción	Mencionado
ANFAH	Asociación Nacional de Fabricantes de Aditivos para Hormigón y Mortero	Cap. I
ER	Efluentes y residuos	Cap. II
Fe	Hierro	Cap. IV
Hg	Mercurio	Cap. IV
KI	Ioduro de potasio	Cap. IV
N.C.A.	Nivel de complejidad ambiental	Cap. II
% (m/v)	Composición porcentual peso en volumen	Cap. IV
% (v/v)	Composición porcentual volumen en volumen	Cap. IV
% p/v	Composición porcentual peso en volumen	Cap. IV
(p.a.)	Para-análisis	Cap. IV
<	Inferior a	Cap. IV
°C	Grados centígrados o Celsius	Cap. IV
µL	Micro-litro	Cap. IV
A.T.H.A.	Asociación Española de fabricantes de tubos de hormigón armado	Cap. III
A.T.S.D.R	Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades	Cap. III
Ac.	Ácido	Cap. IV
Acético 0,5 N	Dilución de ácido acético, cuya concentración es 0,5 Normal	Cap. IV
ACV	Análisis de Ciclo de Vida	Cap. III
Al	Aluminio	Cap. IV
Arts. 41 C.N.	Artículo 41 Constitución Nacional.	Cap. II
As	Arsénico	Cap. IV
As+3	Catión arsénico (III)	Cap. IV
As+5	Catión arsénico (V)	Cap. IV
ASTM	American Society for Testing and Materials	Cap. III
Ba	Bario	Cap. IV
Br	Bromo	Cap. III
C.A.C.	Cámara Argentina de la Construcción	Cap. II
C3 A3	Al ₂ O ₃ ·3CaO aluminato tricálcico	Cap. IV
Cd	Cadmio	Cap. IV
CH ₄	Metano	Cap. II
Cl	Cloro	Cap. III
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	Cap. III
CO ₂	Dióxido de carbono	Cap. II

Abreviaturas y Símbolos	Descripción	Mencionado
COFEMA	Consejo Federal de Medio Ambiente	Cap. II
copolímero PE-VDC	Polietileno-Cloruro de Vinil Dieno	Cap. III
Cr	Cromo	Cap. IV
Cu	Cobre	Cap. IV
Di	Dimensión del emprendimiento	Cap. II
EEUU	Estados Unidos	Cap. II
EPA	Environmental Protection Agency	Cap. III
G	Gramos	Cap. IV
HCl	Ácido clorhídrico	Cap. IV
HFC	Hidrofluorocarbonos	Cap. II
HP	Horsepower \equiv 746 W	Cap. II
I	Iodo	Cap. III
INTI	Instituto Nacional de Tecnología Industrial	Cap. IV
INTRON	Instituto de Materiales e Investigación Medioambiental	Cap. III
IR	Radiación infrarroja	Cap. III
IRAM	Instituto Argentino de Normalización y Certificación	Cap. III
kg/m ³	Kilogramos por metro cúbico	Cap. IV
Lo	Localización de la empresa	Cap. II
Long	Longitud	Cap. IV
min	Minutos	Cap. IV
ml	Mililitros	Cap. IV
mm	Milímetro	Cap. IV
MPa	Mega Pascal	Cap. IV
N ₂ O	Óxido nitroso	Cap. II
NaBH ₄	Borohidruro de sodio	Cap. IV
NaOH	Hidróxido de sodio	Cap. IV
Ni	Níquel	Cap. IV
Nm	Nanómetros	Cap. IV
norma ACI	Instituto Argentino de la Construcción	Cap. IV
Norma EPA	United States Environmental Protection Agency	Cap. II
Normas ISO	International Organization for Standardization,	Cap. II
Pb	Plomo	Cap. IV
PE-VDC	Polietileno- cloruro de vinildieno	Cap. IV
PFC	Perfluorocarbonos	Cap. II
pH	Potencial hidrógeno-medida de acidez	Cap. III
ppm	Partes por millón	Cap. IV

Abreviaturas y Símbolos	Descripción	Mencionado
PVC	Policloruro de vinilo	Cap. III
Ri	Riesgos potenciales de la actividad	Cap. II
RRHH	Recursos humanos	Cap. II
Ru	Rubro de un establecimiento industrial	Cap. II
Se	Selenio	Cap. IV
seg.	Segundos	Cap. IV
SF6	Hexafluoruro de azufre	Cap. II
TCLP	Toxic Characteristics Leaching Procedure	Cap. III
U.A.C.	Unión Argentina de la Construcción	Cap. II
U.O.C.R.A	Unión Obrera de la Construcción de la República Argentina	Cap. II
USA	United States of America	Cap. II
USEPA	United States Environmental Protection Agency	Cap. IV
UTN-FRA	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Avellaneda	Cap. III
UV	Ultravioleta	Cap. II
V	Vanadio	Cap. IV
Zn	Cinc	Cap. IV
µg	Microgramo	Cap. IV

CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN

Es difícil determinar la magnitud de la problemática de la contaminación proveniente de los plásticos visto que recién en los últimos años se ha empezado a investigarla en profundidad. Esta problemática se ha transformado en crítica a nivel mundial y se encuentra directamente vinculada a nuestros hábitos de consumo.

El anuario 2011 del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) considera a la contaminación plástica en los océanos como uno de los tres principales problemas medio ambientales emergentes a nivel mundial. Una vez en el medio ambiente, la exposición a los elementos (agua, sol, y luz) hace que el plástico se desintegre en pequeñas partículas. En los océanos, las criaturas marinas de todos los tamaños – desde los crustáceos a las tortugas – confunden el plástico con alimentos. La ingestión de plástico provoca la muerte de mamíferos y aves marinas. Por ejemplo, en la isla de Midway Atoll, en el océano Pacífico, dos de cada cinco bebés albatros mueren de hambre debido a que los albatros adultos los alimentan con plástico en lugar de comida orgánica (Weiss K.R, 2006). Ha sido demostrado que por los menos 263 especies diferentes sufren de problemas vinculados a la contaminación plástica (Allsopp M., Walters A., Santillo D., Johnston P, 2006).

Es posible que la contaminación plástica también sea una amenaza directa a la salud humana debido a que consumimos peces que, a su vez, han consumido plástico tóxico. Durante el proceso de desintegración, el plástico se vuelve tóxico, liberando sustancias químicas tales como bifenol A (BPA), estireno, y monómero del estireno, que son conocidos por perturbar el ciclo de reproducción de diversas especies y causar cáncer. Además, los pedazos de plástico que flotan en las corrientes van absorbiendo más elementos tóxicos, tales como contaminantes orgánicos persistentes (aldrín, clordano, DDT, dieldrín, dioxinas, endrín, furanos, heptacloro, hexaclorobenceno, bifenilos policlorados y toxafeno) que se desechan a la atmósfera y el mar. (Bernstein, 2009)

Los informes antes mencionados describen el daño que ocasionan a la fauna los plásticos, que como residuos domiciliarios e industriales se incorporan al medio ambiente, motivo por el cual es importante retirarlos del mismo.

Otra importante fuente de contaminación proviene de los residuos de la industria, tales como polímeros o copolímeros que forman parte de los rellenos sanitarios afectando el suelo. En su gran mayoría los plásticos dispuestos no son biodegradables, de forma que el suelo de los rellenos se ve afectado. Por otra parte los plásticos al degradarse por las inclemencias del clima, tapan los poros del humus provocando que el suelo natural se altere. La fauna presente en el lugar, puede consumir esos plásticos, que en tal caso provocaría problemas de salud en los mismos.

En los rellenos sanitarios, el 50 % en peso de los desechos no son biodegradables, de estos se encuentra que un 13,3 % corresponde a materiales plásticos. Este valor es alarmante debido a que estos tardan aproximadamente 500 años en degradarse. (Gaggino, 2008)

Los plásticos no se degradan en los rellenos sanitarios u otros destinos, se transfieren a otros ecosistemas o son transformados mediante reciclaje.

Existe un límite para la cantidad de residuos que pueden asimilar los ecosistemas sin perturbaciones significativas. La sociedad expulsa al medio ambiente toneladas de residuos y la naturaleza no logra degradarlos en su totalidad.

La producción de plásticos a nivel mundial en 2013 alcanzó los 299 millones de toneladas, valor 3,9% superior al año anterior, la tasa de crecimiento anual compuesto en los últimos tres años se sitúa en 8,6 % (Ambrosetti, 2014).

Teniendo en cuenta los datos del Ministerio de Agroindustria, en Argentina solo la producción de lácteos en 2012 fue de 12.000 millones de litros, de los cuales el 82 % son quesos, yogures, cremas, etc. Todos estos productos son fraccionados en envases plásticos, mayormente en polietileno de alta densidad. Los desechos plásticos provenientes de la industria láctea se acumulan en silos en las empresas alimenticias, a la espera de ser dispuestos en un relleno sanitario. Si se reciclara este material plástico, por ejemplo conteniéndolos en modelos constructivos de hormigón, se reduciría no solo la contaminación del suelo sino el CO₂ equivalente, en la atmósfera.

Debido a esta problemática, el laboratorio de investigaciones del Dto de Ingeniería Civil de UTN FRA comenzó a trabajar con el agregado de copolímeros a la mezcla

de hormigón. En esta tesis se estudia la evaluación de impacto ambiental producido por losetas de hormigón con inclusión de copolímeros y se lleva a cabo un estudio comparativo de su comportamiento con el hormigón tradicional.

El hormigón es, en un sentido general, un material pétreo, artificial, obtenido de la mezcla, en proporciones determinadas, de cemento, áridos y agua. El cemento y el agua forman una matriz que rodea a los áridos, constituyendo un material heterogéneo (NCH181, 1967). López Jimeno (1994) define a los áridos como materiales minerales, sólidos inertes, que con las granulometrías adecuadas se utilizan para la fabricación de productos artificiales resistentes, mediante su mezcla íntima con materiales aglomerantes de activación hidráulica tales como cales, cementos o con aglutinantes bituminosos.

Los áridos, el cemento y el agua se mezclan juntos para constituir una masa plástica. El cemento y el agua se combinan químicamente por un proceso denominado hidratación, del cual resulta el fraguado del hormigón y su endurecimiento gradual; este endurecimiento puede continuar indefinidamente, con un incremento de la capacidad resistente del hormigón, bajo condiciones favorables de humedad y de temperatura.

Se supone y acepta que el hormigón ha alcanzado su resistencia de trabajo a los 28 días de su elaboración, es por eso que normalmente las exigencias reglamentarias CIRSOC 201:2005 de resistencia se especifican y verifican a esa edad.

La expresión genérica “hormigones con polímeros” se refiere a hormigones a los que se les ha incorporado algún tipo de polímero en su composición.

Entre las ventajas de los hormigones con polímero se encuentran: bajos niveles de absorción de agua, que imposibilita la destrucción mecánica en procesos de hielo-deshielo; muy buena resistencia a la compresión; buena relación entre resistencia a la tracción y resistencia a la compresión; excelente resistencia química; endurecimiento (no superior a los tres días); campo de aplicación amplio y posibilidad de materiales "hechos a medida". (Aguado y Salla, 1987)

Las desventajas que presentan estos tipos de materiales se resumen en: baja resistencia al calor; importantes efectos de contracción o dilatación térmica;

problemas de envejecimiento y comportamiento en el tiempo. Se señala también como desventaja, el hecho de que los hormigones con polímero son más caros que los tradicionales. (op. cit). Este aspecto ha encontrado solución en la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Avellaneda¹ a partir de la utilización de desechos de polímeros resultantes de la producción industrial (García, 2009).

Estos nuevos materiales, que se emplean cada vez con mayor frecuencia en las construcciones civiles, se encuentran asociados al nuevo campo disciplinar de la ciencia de los materiales. A pesar de que el uso generalizado de polímeros para mejorar la calidad del hormigón comienza en la década del 80, los estudios de impacto ambiental son escasos y casi siempre referidos al hormigón con impregnación de polímero. Así, por ejemplo, un trabajo realizado por Ramírez Ortiz (1998) solo evalúa la posibilidad de incendio de los hormigones poliméricos, sugiriendo la posible realización de ensayos ulteriores.

La Asociación Nacional de Fabricantes de Aditivos para Hormigón y Mortero (ANFAH) en su reporte técnico del año 2012, hace una evaluación ambiental del agregado de aditivos a los hormigones y la posibilidad de reciclar el hormigón, moliéndolo para usarlo como árido. El informe da un panorama de cuan tóxico son los componentes de los aditivos.

La evaluación ambiental de la utilización de elementos realizados en hormigón con inclusión de copolímeros es de vital importancia antes de imponerlos en el mercado.

Esta tesis investiga el comportamiento ambiental de losetas de hormigón con inclusión de copolímeros, instaladas en el predio de la UTN-FRA y permite avanzar en la selección de indicadores ambientales útiles para la gestión ambiental de los modelos constructivos.

¹ En adelante UTN - FRA

CAPÍTULO II - DESCRIPCIÓN ANALÍTICA DEL PROYECTO

II.1	Justificación	6
II.2	Marco teórico	9
II.2.1.	Acerca del Medio Ambiente	9
II.2.2	Acerca de los Nuevos Materiales	10
II.2.3	Acerca de la contaminación	11
II.3	Objetivos de la Tesis	13
II.4	Alcance	14
II.5	Antecedentes	14
II.6	Marco Legal	18

Resumen:

En este capítulo se hace una descripción analítica de la tesis, considerando los fundamentos teóricos, el estado arte y el marco legal en el que se encuentra inscripta.

CAPÍTULO II - DESCRIPCIÓN ANALÍTICA DEL PROYECTO

II.1 Justificación

La búsqueda y el desarrollo de materiales compuestos no tradicionales, de soluciones constructivas que contribuyan estratégicamente a un mejor aprovechamiento de los recursos naturales y a disminuir la agresión hacia el medio ambiente, configuran un tema de particular relevancia, que en la Facultad Regional Avellaneda ha sido motivo de estudios específicos. (García, 2009)(García y Maseo, 2010).

El eventual impacto de los modelos constructivos sobre el medio ambiente muestra como acción recíproca el deterioro que las condiciones del medio ambiente pueden representar para el comportamiento de los materiales.

Las sociedades requieren de edificios, caminos, puentes y puertos para llevar a cabo sus actividades cotidianas y laborales. La ejecución de estas construcciones requiere grandes cantidades de agua, energía y recursos naturales. Se emplean conglomerados en la producción de cemento y hormigón, entre otros. Según Horvath (2004) la producción de un kilo de cemento portland produce aproximadamente 1kg de CO₂ y teniendo en cuenta el ciclo de vida, los escombros productos de demoliciones y los residuos de la construcción constituyen el 13 a 19 % de los residuos sólidos la mitad de los cuales es hormigón. La utilización de hormigón con agregado de copolímeros puede reducir a la mitad la cantidad de cemento utilizada por lo tanto se reduce el consumo de cemento y en consecuencia la contaminación ambiental por CO₂.

Señala Castellese Monzó (2011): “Hoy en día, el aumento de la contaminación provocada por los gases expulsados por las industrias y el tráfico ha provocado que el medio ambiente se vuelva cada vez más hostil. Esto se traduce en un ambiente mucho más agresivo que afecta a los materiales que están en contacto con él, como es el caso del hormigón. Esto ha provocado la necesidad de mejorar las propiedades de este material para hacerlo más durable y que pueda resistir mejor los ambientes hostiles al que está expuesto”. Por tal razón, los últimos años confirmaron el creciente interés en el desarrollo de compuestos de hormigón polímero, iniciado décadas atrás, en lugar de los hormigones convencionales.

En el marco del Proyecto: “Evaluación en Laboratorio y en Campo de Modelos Constructivos Ecológicos” (García, 2010) se elaboraron en la Facultad Regional Avellaneda elementos constructivos basados en el empleo de mezclas de hormigón con agregado de copolímeros (desechos resultantes del proceso de fabricación de empaques de uso alimenticio) logrando estructuras de hormigón con características tecnológicas especiales.

Avanzando sobre esta línea de trabajo, se homologaron en la Universidad Tecnológica Nacional dos proyectos, actualmente en ejecución en la misma Facultad Regional, relacionados con el uso de este producto. El primero de ellos, “Evaluación y Mejora del Desempeño de Modelos Constructivos Compuestos con Suelos Estabilizados. Detección de Patologías y su Control” (2009) está destinado al desarrollo de un modelo compuesto por un marco del mencionado hormigón y alma de suelo estabilizado. En el segundo, “Modelo Actualizado para RRHH sobre Construcción Ecológica en Laboratorio y sus Aplicaciones. Investigación-Acción-Construcción Sostenible” (2010), se trabaja en la formación de recursos humanos en la investigación, a partir de la aplicación de este tipo de subproducto. Un tercer proyecto donde se diseñaron y elaboraron bloques tipo jardín “Componentes Pre moldeados Articulados Ecológicos. Mejora de la Accesibilidad en Áreas Urbanas del Entorno Costero” (García y Mazzeo, 2014).

Los bloques, realizados con mezclas de este tipo, tienen como característica positiva el ser más livianos, mostrar mejor comportamiento en relación con su conductividad térmica, y ser además más económicos, hecho que representaría un aporte adicional a la solución del déficit habitacional.

La revista INVI de la Universidad Nacional de Chile, en su volumen 23 N°63 Gaggino (2008) publica un informe “Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados para la auto construcción” donde menciona un trabajo desarrollado con la tecnología CEVE (Centro Experimental de la Vivienda Económica), en la cual utiliza tres tipos de plásticos PET procedentes de envases plásticos descartables, plásticos varios, polipropileno biorientado (BOPP), polietileno de baja densidad (LDPE), cloruro de polivinilo, procedentes de bolsas, embalajes de alimentos o perfumería y poliestireno expandido (PS) procedente de fábricas de placas de aislación térmica para construcciones. Los residuos son seleccionados, triturados con

un molino especial y así son incorporados a mezclas cementicias. Sin necesidad de lavados previos; con la mezcla se construyen elementos constructivos que luego son revocados con un mortero común de albañilería. Los modelos constructivos fueron ensayados en los laboratorios de la Universidad Nacional de Córdoba y del INTI C.A.B.A., Argentina. Los ladrillos, bloques y placas obtenidos dieron un peso específico que varió de 826 a 1150 kg/m³, un ladrillo común de tierra tiene un peso específico de 1578 kg/m³, los ensayos fueron realizados bajo Normas IRAM. Se realizó también la carga máxima de rotura para un bloque de hormigón no portante que arrojó un resultado de 20 kg/cm² para los bloques con PET reciclado los análisis dieron 10 kg/cm² y los ladrillos con PET reciclado dieron 20 kg/cm². El informe muestra que son de gran utilidad los modelos constructivos elaborados con agregados de diferentes plásticos (Gaggino, 2008).

En razón de los beneficios técnicos y sociales que potencialmente se derivan de la utilización de dichos materiales, resulta necesario analizar su impacto en la salud humana y el ambiente, para luego contrastar los resultados con el impacto ambiental que ocasiona un hormigón tradicional. No se han encontrado antecedentes de estudios realizados sobre estas matrices, de forma tal que la propuesta podría representar una contribución válida para un aprovechamiento más eficiente de los recursos disponibles y también para la mejora de la calidad de vida en los sitios donde este tipo de material pueda ser empleado.

En este estudio no se tendrá en cuenta el impacto generado en la fabricación de las losetas, dado que no es diferente del que ocasiona la fabricación de losetas de hormigón tradicional.

El alcance de este estudio se aplica al eventual impacto ambiental producido por las losetas instaladas en veredas o caminos al aire libre, sobre suelo, agua y flora. En el marco específico de la metodología propuesta en esta tesis, los impactos son analizados enfocando no solamente los aspectos negativos y la forma de mitigarlos, sino también, se focaliza sobre los impactos positivos y la forma de potenciarlos, ya que éstos últimos constituyen el objetivo último de este proyecto.

II.2 Marco teórico

Acerca del Medio Ambiente

En líneas generales, la expresión “Medio Ambiente” refiere a nuestro entorno, es decir, al contexto en el cual existimos. Involucra todas las relaciones y vinculaciones entre el medio natural y los organismos vivos, en particular el ser humano. El Medio Ambiente de la Humanidad está conformado por la biosfera, que es aquella porción del sistema atmosférico que soporta la vida y está caracterizada por su existencia, siendo su unidad estructural básica, el ecosistema. Cada ecosistema ocupa un espacio en el cual prevalecen condiciones homogéneas, independientemente de su escala.

La evaluación ambiental se basa en un profundo conocimiento y entendimiento de cómo funcionan los ecosistemas y cómo las actividades económicas, las tecnologías y los comportamientos sociales interactúan con el ambiente y los recursos naturales. En función de ello, se puede establecer prognosis, anticipando las consecuencias de las posibles acciones y proponiendo alternativas de proyecto, menos dañosas o más favorables para el ambiente.

Los componentes del Medio Ambiente se hallan inseparablemente relacionados. Ningún componente existe en forma totalmente aislada y nada puede ser modificado sin afectar a lo demás. Por lo tanto, no se puede evaluar el Medio Ambiente a través de un análisis individual de sus componentes por separado, ya que los mismos deben ser considerados como partes inseparables de un todo. Este concepto es fundamental para entender el rol que desempeñan los seres humanos en la afectación de su Medio Ambiente.

No solamente es el medio natural el que soporta los impactos, sino también el socioeconómico. Los seres humanos son parte integrante del Medio Ambiente y son participantes activos en muchos ecosistemas. Por lo tanto, se puede considerar, que cada aspecto de la actividad humana, ya sea ésta social, económica o física, afecta al ecosistema del cual somos parte. En otras palabras, los seres humanos afectan el funcionamiento del Medio Ambiente a través de sus acciones diarias. De aquí la necesidad de considerar al Medio Ambiente como una Unidad Biofísica y Socioeconómica.

Por ello, es fundamental no dañar, poner en peligro o degradar sitios y hábitats únicos o aquellos que constituyen una herencia cultural e histórica de la humanidad. Por otra parte, es necesario diferenciar las modificaciones atribuibles a la actividad humana de las originadas por los acontecimientos naturales.

II 2.2 Acerca de los nuevos materiales

La historia ha demostrado a lo largo de los años, que hay una interrelación entre los nuevos materiales que aparecen y las formas de estructuras que se utilizan (los primeros arcos se hicieron con piedras, el acero para vigas, cables de alta resistencia para puentes colgantes...). De esta misma manera, hoy en día se prevén nuevos conceptos estructurales basados en la durabilidad y sustentabilidad que hacen necesaria la incorporación de nuevos materiales como los polímeros.

Según sea la manera de incorporación, es posible caracterizar tres tipos diferentes de hormigones con polímeros:

1. Hormigón impregnado con polímero: se trata de un hormigón convencional, el que una vez endurecido es sometido a un tratamiento de secado para luego rellenar sus poros mediante impregnación de polímero, que puede efectuarse en vacío o a presión. Los espesores de impregnación que pueden alcanzarse son limitados.
2. Hormigón modificado con polímero: se obtiene mediante la incorporación de polímero a la masa fresca de hormigón durante el amasado. Se consigue así un conglomerante híbrido: polímero, cemento y agua.
3. Hormigón de polímero: para su obtención se sustituye el conglomerante hidráulico, agua más cemento, por un conglomerante orgánico, que es el polímero. Aun cuando las técnicas de amasado y puesta en obra son las que se emplean para un hormigón convencional, pueden requerir un tratamiento previo de reducción de la humedad de los áridos, cuando el polímero utilizado no es compatible con el agua.

Desde 1980 se ha incrementado utilización de hormigón- polímero y mortero polímero modificado, en un principio para acabado y trabajos de reparación, también como recubrimiento y reparaciones de capa superior de puentes, son producidos

añadiendo látex y polímeros de emulsión al cemento portland y al hormigón en el proceso de mezcla, son estudiados en la Universidad de Alcalá su comportamiento, resistencia mecánica, su aplicación y durabilidad. (Ohama Yoshihiko, 1997).

En la Universidad Politécnica de Cataluña se realizó un estudio de hormigones y morteros aligerados con plástico reciclado, el centro de la investigación en cuestión fue analizar las propiedades físicas y mecánicas de los morteros obtenidos con diferentes agregados de PVC. Concluyen que un agregado del 25 % de plástico reciclado mantiene la facilidad con la que puede mezclarse el mortero, obteniendo una densidad menor y además el plástico agregado sirve como aislamiento térmico. (Costa del Pozo, 2012)

En cuanto a la adición de polímeros en la base cementante del hormigón no es novedoso, puesto que los polímeros se han estado utilizando desde tiempos antiguos, primero se utilizaron polímeros naturales y más tarde los actuales polímeros sintéticos. En 2010 ya se estaban desarrollando e investigando hormigones modificados con polímeros en todo el mundo (EEUU, Japón, etc.), puesto que estos compuestos tienen un alto rendimiento tanto en la industria de la construcción, como en las industrias mecánicas, eléctricas y químicas. Modificar un hormigón con polímeros consiste en sustituir parte de la cantidad de cemento por una cantidad estudiada de polímero, mejorando significativamente las propiedades del hormigón, en concreto su durabilidad, por lo que recientemente se ha orientado este tipo de material a reparaciones y restauración de estructuras de hormigón dañados (Castellese Monzó, 2011).

Para las estructuras que actualmente se construyen, se buscan materiales que cumplan cuatro propiedades indispensables: resistencia, trabajabilidad, durabilidad y bajo costo.

II.2.3 Acerca de la contaminación

Estudiar el medio ambiente conlleva como principio, establecer un equilibrio entre el desarrollo de la actividad humana y el medio que la rodea, como así también el de generar instrumentos que regulen e impidan los abusos directos e indirectos que acarrearán las acciones de los hombres sobre el medio ambiente. Se debe ser consciente de que cada proyecto, cada obra o actividad que se desarrolle, ocasiona

sobre el entorno en que se ubica un cambio, una modificación en las condiciones existentes. Si dicha modificación significa una perturbación, o un impacto negativo, la misma debiera ser minimizada en base a Estudios de Impacto Ambiental. En el caso de detectar, eventualmente niveles de contaminantes mayores de los niveles guía de calidad, propuestos en la ley 24051, se debería realizar un modelo conceptual de los riesgos ocasionados por dichos contaminantes. Los lineamientos para la evaluación de riesgos ambientales han sido objeto de diferentes normas nacionales e internacionales. Una de las más difundidas es la EPA 630/R95/002F (United States Environmental Protection Agency, 1998). Los tipos de contaminación definidos en el “Compendio de normas ISO Sistemas de Gestión de la Calidad Ingeniería Ambiental”, son la contaminación natural y la contaminación antropogénica, es decir la generada por actividades del hombre. Según el contaminante que generan se clasifican en contaminación biológica, física, química. (Litart, 2009).

Contaminación biológica: se presenta cuando un microorganismo, virus, hongo o bacteria; se encuentra en un ambiente que no le corresponde y causa daño a los demás organismos que lo habitan.

Contaminación física: es provocada por agentes físicos como radiaciones ionizantes, energía nuclear, calor, vibraciones, entre otros.

Contaminación química es provocada por sustancias de uso industrial y doméstico que se encuentran dispersas en el ambiente. Es considerada la más grave de las tres porque dichas sustancias se encuentran en los tres estados de agregación con lo cual se depositan en el suelo, en el agua o en el aire, por esta razón afectan más fácilmente a los seres vivos en contacto con ellas.

Se denomina biodegradable al producto o sustancia que puede descomponerse en los elementos químicos que lo conforman, debido a la acción de agentes biológicos, como plantas, animales, microorganismos y hongos, bajo condiciones ambientales naturales. No todas las sustancias son biodegradables bajo condiciones ambientales naturales. La velocidad de biodegradación de las sustancias depende de varios factores, principalmente de la estabilidad que presenta su molécula, del medio en el

que se encuentran, que les permite estar biodisponibles para los agentes biológicos y de las enzimas de dichos agentes.

La posibilidad de oxidación biológica lo lleva a distinguir dos tipos de materia orgánica: biodegradable, susceptible a ser oxidada por microorganismos y no biodegradable, no es oxidada por los mismos.

Debido a su carácter inerte, los polímeros son poco atacados por los microorganismos presentes en el suelo, razón por la cual los plásticos de uso masivo provenientes del petróleo no son biodegradables. Tienen gran inercia química, no sufren procesos de oxidación debido a la humedad y el oxígeno del ambiente, resisten también al ataque de muchos productos químicos.

Todos los plásticos son foto degradables en mayor o menor grado, se degradan por acción de la luz solar (rayos UV) perdiendo resistencia y fragmentándose en partículas. Este proceso se debe a que la energía de la luz solar es mayor que la de los enlaces moleculares C-C o C-H y por lo tanto se rompen las cadenas moleculares reduciendo su peso molecular y sus propiedades mecánicas.

II.3 Objetivos de la Tesis

El objetivo principal de la presente tesis es proponer una metodología de evaluación del impacto ambiental generado por inclusión de copolímeros en estructuras de hormigón, sobre la base del análisis del comportamiento de losetas fabricadas con estos componentes.

Objetivos secundarios:

Identificar los tipos de tóxicos que pudieran lixiviarse y la forma en que afectan al ambiente y a la salud humana.

Seleccionar indicadores ambientales adecuados a la gestión de los modelos constructivos.

II.4 Alcance

El presente trabajo, tiene por alcance específicamente al estudio de impacto ambiental producido por las losetas instaladas en el predio de la UTN-FRA, fabricadas con la incorporación de copolímeros procedentes de la industria alimenticia, cuya hoja de seguridad se adjunta en los anexos.

II.5 Antecedentes

El término reciclar está asociado a la acción de recuperar material reciclable, clasificarlo y enviarlo para su posterior procesamiento, lo que permite que los materiales que en primera instancia eran considerados “desperdicio” o “basura” se vuelvan a insertar en el mercado.

El fin del reciclado es buscar una solución al problema de la acumulación de residuos y al aprovechamiento de los mismos, ya sea que se recuperen de manera directa o indirecta.

La importancia del reciclaje no sólo se extiende a la preservación de las materias primas, sino también a la reducción de la energía necesaria para la fabricación de diversos productos.

Principalmente los beneficios ambientales de la actividad de reciclado son:

- Protección del medio ambiente. (CEAMSE- FIUBA, 2009)
- Ahorro de energía. para fabricar materia prima reciclada, se ahorra el 89% de la energía que para fabricar materia prima virgen (Tonelli, 2013)
- Ahorro de recursos naturales. Un ladrillo hecho con PET procedente de envases descartables ligados con cemento Portland y aditivos, que se moldea con una máquina manual rodante; al no utilizar humus (parte fértil de la tierra) se reduce la desertificación del suelo. (CEVE, 2008)
- Disminución de la contaminación y daño a los ecosistemas derivado de la explotación de los recursos.
- Disminución del volumen de residuos que hay que eliminar.

- Reducción de la cantidad de basura destinada a los rellenos sanitarios. En el caso de la ciudad de Córdoba, República Argentina, el 90% de los residuos es enterrado en el predio sanitario de la localidad de Bower (Municipalidad de Córdoba, 2015).
- Prolongación de la vida de los materiales con diferentes usos. El mayor problema radica en demeritarle valor a las bolsas poliméricas, puesto que su corto tiempo de uso y su acumulación en los rellenos sanitarios sumado a su baja probabilidad de aprovechamiento, hacen de este producto un residuo prematuro que en volumen deja una huella irreversible en el medio ambiente (Riveros, 2010)
- Reducción de la emisión de gases efecto invernadero.
- Disminución de la cantidad de energía consumida comparado con plástico virgen.

La utilización de productos reciclados disminuye el consumo de energía y al consumir menos combustibles fósiles, se reduce la emisión de CO₂ por lo que habrá menos lluvia ácida y se reducirá el efecto invernadero producido por ese gas.

La industria del reciclaje puede generar muchos empleos, dado que se necesita una gran fuerza laboral para recolectar y clasificar los materiales aptos para el reciclaje.

Un buen proceso de reciclaje es capaz de generar ingresos, por lo que esta actividad además de cuidar el medio ambiente mejora las condiciones socio-económicas de la sociedad. Las organizaciones y empresas de la ESS (Economía Social Solidaria) gozan de una buena posición para responder a dicha demanda mediante actividades asociadas a la recuperación y el reciclaje de residuos y materiales, a la energía renovable y a la producción y los servicios asociados a la agricultura orgánica agroecológica. Con una actividad organizada y regulada logra disminuir los costos de tratamiento y disposición final de los desechos. (ONU, 2014)

La Cámara Argentina de la Industria de Reciclados Plásticos (CAIRPLAS), es una organización sin fines de lucro integrada por “empresas dedicadas a las actividades relacionadas con el reciclado de materiales plásticos, entendiendo por tal el proceso de obtención de materia prima plástica, mediante un proceso industrial y a partir de residuos plásticos tanto post-industriales como de post-consumo”. (Marguliz, 2011)

El reciclaje de PET se está proyectando como parte importante de los cuidados ambientales que están surgiendo actualmente, se está convirtiendo en una de las mayores oportunidades de negocio para toda la industria plástica

La recolección y la recuperación del material usado es el principal inconveniente que encuentran las empresas interesadas en reciclar (Leiva, 2014).

A pesar de que el uso generalizado de polímeros para mejorar la calidad del hormigón comienza en la década del 80, los estudios de impacto ambiental son escasos y casi siempre referidos al hormigón con impregnación de polímero. Así, por ejemplo, un trabajo realizado por Ramírez Ortiz (1998) solo evalúa la posibilidad de incendio de los hormigones poliméricos, sugiriendo la posible realización de ensayos ulteriores.

Algunas empresas, como por ejemplo ULMA Architectural Solutions, comercializan elementos de hormigón impregnado con polímeros. La fabricación del hormigón con polímero es un proceso de bajo consumo energético, que no requiere el uso de hornos de combustión, lo que permite un ahorro energético y una reducción de los impactos ambientales generados por las emisiones de CO₂. Entre los beneficios detectados en la evaluación de impacto ambiental se destaca la reducción en el consumo de agua y la posibilidad de ser reciclados.

Debido a la necesidad de un estudio sobre el impacto medioambiental de los productos de construcción, la Asociación Holandesa de Fabricantes de Tubos de Hormigón, encargó una evaluación sobre el Ciclo de Vida de los tubos de hormigón para saneamiento, que fue ejecutado por INTRON (Instituto de Materiales e Investigación Medioambiental) en Holanda. El estudio se llevó a cabo de acuerdo con un método holandés, dando como resultado un perfil medioambiental que muestra el impacto de tubos de hormigón para saneamiento. Esta metodología es aceptada en Holanda, tanto por los organismos gubernamentales, como por la industria de la construcción. Para evaluar comparativamente la respuesta medioambiental de los tubos de hormigón con otras conducciones alternativas se emprendió un estudio similar con tubos de PVC y de gres. Los resultados de las evaluaciones se muestran en los gráficos siguientes, indicando que los tubos de hormigón obtienen un mejor desempeño en todos los aspectos del perfil

medioambiental. (A.T.H.A. Asociación Española de fabricantes de tubos de hormigón armado, 2013)

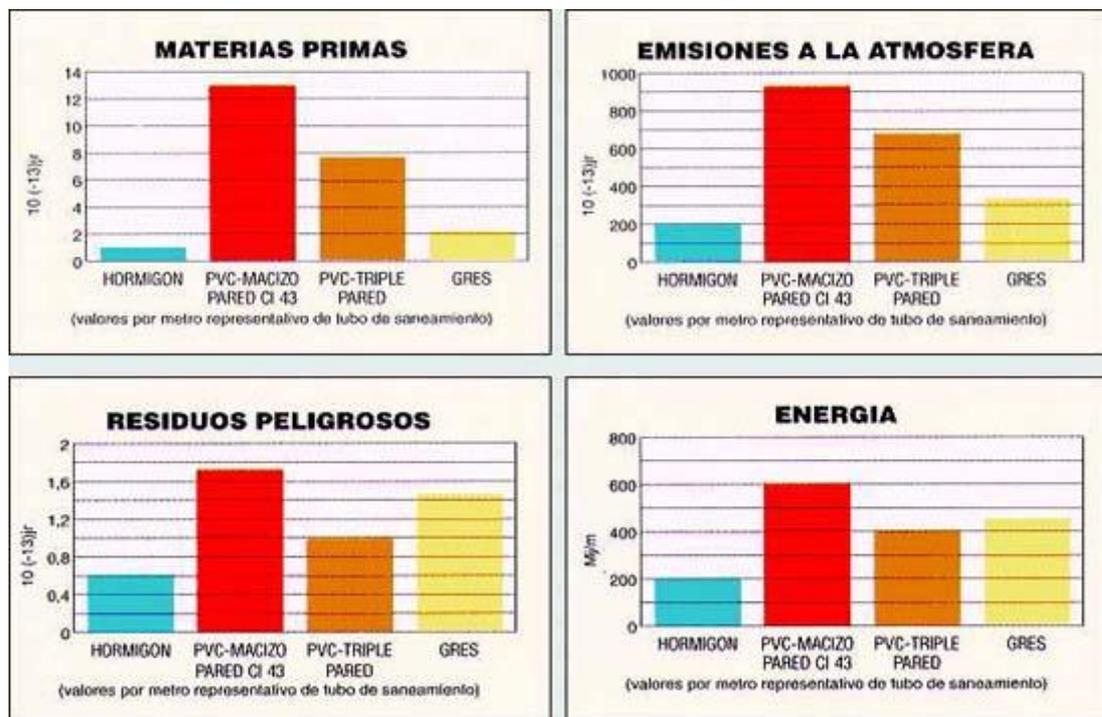


Figura N° II.1 Impacto medioambiental hormigón tradicional vs PVC y gres (ATHA,2013)

En la figura II.1, el gráfico denominado Materias Primas representa la contaminación medioambiental generada por la producción de las mismas. En este se muestra la contaminación para fabricar un metro de tubo para saneamiento de hormigón, en rojo cuando la materia prima empleada es PVC macizo, en naranja cuando es PVC triple capa y si la materia prima es gres (pasta cerámica de arcillas naturales) en color crema. En el gráfico se observa que la elaboración de materias primas que menos afecta al medio ambiente es el hormigón.

El gráfico denominado Emisiones a la Atmósfera representa las emisiones producidas para fabricar un metro de tubo de saneamiento. El código de color empleado es el mismo para todos los gráficos. Dado que no hay que utilizar hornos para realizar el tubo de hormigón y el resto de los tubos construidos con otras materias primas si requieren energía térmica para su elaboración, en consecuencia se emite mayor cantidad de gases a la atmósfera.

El gráfico de Residuos Peligrosos Incorporados muestra la incidencia que tiene el agregado de colorantes y/o esmaltes (compuestos por solventes y/o metales pesados)

a los plásticos y al gres, mientras que para la fabricación del hormigón no se agregan esmaltes y los aditivos incorporados se hallan en proporciones muy pequeñas.

El gráfico de Consumo de Energía evalúa el consumo necesario para la fabricación de un metro de tubo de hormigón, de PVC- macizo, de PVC triple capa y de Gres. La menor cantidad de energía necesaria para fabricar un metro de tubo es para el hormigón.

Si bien el estudio realizado por la asociación española de fabricantes de tubos de hormigón armado, muestra las ventajas que presenta el hormigón frente a otros materiales, en esta tesis se propone estudiar el comportamiento medioambiental de los hormigones de polímero que emplean descartes de la industria alimenticia para reemplazar parte del aglomerante cemento.

II.6 Marco Legal

El interés por el cuidado del medio ambiente, ha propiciado que se conciban y diseñen diversos mecanismos e instrumentos para predecir, prevenir y controlar los impactos ambientales de las actividades humanas. Los Estudios Socio-Ambientales y particularmente dentro de estos, el Estudio de Impacto Ambiental, es uno de estos instrumentos que permite que los proyectos de desarrollo incorporen, en su concepción planificación y ejecución, la consideración de los aspectos ambientales.

El marco legal del derecho ambiental es un instrumento de la política ambiental orientado a conjugar el desarrollo ambiental a través de los poderes públicos que reglamentan, restringen y, a veces prohíben actividades susceptibles de perjudicar al ambiente a la vez que estimulan actividades que lo benefician.

Las normas que integran el Derecho Ambiental regulan los recursos naturales y los distintos elementos del ambiente de modo individual. Dichas normas han comenzado a sancionarse en el siglo X IX en nuestro país.

El ambiente, está sometido a variados tipos de normas jurídicas según el lugar geográfico del que provienen (Estado, Provincia o Municipio); de quien legisle (Asamblea Constituyente, Congreso, Legislatura Provincial o Concejo Deliberante); y de la materia normada (Derecho civil, penal, comercial, agrario, procesal, minero o

ambiental propiamente dicho). Por ejemplo, si se transgrede el artículo 2618 del Código Civil causando molestias, humos olores u otros daños equivalentes, habrá que reclamar ante un juez en lo civil e invocar el Código Civil, en cambio si se constituyere el delito de adulteración o envenenamiento del agua potable la norma que se transgrede es el Código Penal. Es importante destacar que en ambos casos se trata de delitos ambientales.

En las últimas décadas el Congreso aprobó tratados internacionales de sustancia ambiental y de otras materias que contienen cláusulas ambientales. De ese modo se fueron diseminando por todo el derecho federal argentino normas jurídicas ambientales de fuentes internacionales sobre temas determinados.

A continuación se reseñan las principales normas vigentes en nuestro país.

- Constitución Nacional. Arts. 41, 43 Y 124.

La reforma de 1994 incluyó en la Constitución el derecho de todos los habitantes a un ambiente sano, equilibrado y apto para el desarrollo humano siguiendo la práctica de otras constituciones extranjeras y provinciales, lo que convierte en enumerado a un derecho que antes era implícito (Arts. 41 C.N.).

Además, se les impone a los habitantes el deber de preservar el ambiente. Esa obligación se convierte en una carga pública que habilita a todos los habitantes hacer efectiva la preservación con todos los medios jurídicos y materiales que sean necesarios. En consecuencia, todo habitante estará legitimado para accionar en defensa del ambiente propio y ajeno. Incorpora también el principio del desarrollo sustentable e impone la obligación de recomponer el daño ambiental que va a requerir una cuidadosa reglamentación legal porque no está claro quién está obligado a recomponer y si esta obligación coexiste o sustituye a la obligación tradicional de reparar del Código Civil (Artículo 1.077).

El artículo 41 encomienda al Estado abastecer prestaciones más complejas y costosas como son:

La utilización racional de los recursos naturales; la preservación del patrimonio natural y cultural, la preservación de la diversidad biológica, la información

ambiental, que lo obliga a divulgar la que tenga en la materia de un modo organizado y ser responsable por su fidelidad, la educación ambiental.

La Constitución faculta al Gobierno de la Nación a fijar “los presupuestos mínimos de protección ambiental”, lo que implica sancionar normas básicas para todo el país y a las provincias las normas complementarias.

El Artículo 43 legitima a los afectados, a las organizaciones no gubernamentales inscriptas y a los defensores del pueblo para accionar por vía de amparo en defensa del derecho constitucional al ambiente.

El Artículo 124 establece que corresponde a las provincias el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio, lo que implica que estas tendrá facultades de tutela y legislativas sobre los mismos, pero no la propiedad de estos, excepto que estén en terreno fiscal.

El daño ambiental, al cual es aplicable el Código Civil, es aquel que sufre una persona sobre sí misma (su cuerpo, su salud, su integridad física y mental) o sobre sus bienes patrimoniales (sus bienes muebles, inmuebles o semovientes) a través de un elemento del ambiente en estado de degradación. Por ejemplo, para que exista una persona damnificada en su salud por beber agua contaminada y tenga por ello un derecho civilmente reconocido a ser resarcida, antes existió un daño al ambiente de “contaminación” sobre el recurso “agua”.

Del mismo modo, aquel vecino de una industria que contrae asma, tiene el derecho civil a no ser lesionado en su salud y el derecho a obtener una indemnización por el daño indebidamente sufrido. Pero para la configuración de este derecho ambiental civilmente reconocido, preexistió un daño directo al ambiente a través de la contaminación del aire que la persona aspiró, sujeto de derecho civil.

- La Ley Nacional N° 25.675 General del Ambiente consagra al Ordenamiento Ambiental del Territorio como uno de los instrumentos de la política y la gestión ambiental. En su Artículo 1° establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable. Es así que, dada la complejidad de los actores institucionales y de la sociedad civil involucrados en el

proceso del Ordenamiento Ambiental del Territorio la misma ley, en su Artículo 9°, prevé que debe generarse mediante la coordinación interjurisdiccional entre los municipios y las provincias y de éstas con la Nación, a través del Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA) reconociendo la necesidad de concertar intereses entre los distintos sectores de la sociedad, lo que supone un proceso de participación ciudadana que requiere de un acompañamiento de los organismos ambientales y la existencia de una institucionalidad, sin la cual no se podrán alcanzar niveles adecuados de acuerdo.

En este proceso, si bien se descuenta la validez de los intereses que motivan la localización de emprendimientos de iniciativa privada, se los subordina a una serie de objetivos que la propia ley explicita y que son los siguientes:

- Asegurar el uso ambientalmente adecuado de los recursos ambientales
- Posibilitar la máxima producción y utilización de los diferentes ecosistemas
- Garantizar la mínima degradación y desaprovechamiento y promover la participación social en las decisiones fundamentales del desarrollo sustentable.

Por otra parte, estos objetivos proponen la incorporación de la dimensión ambiental en los procesos de planificación y ordenamiento del territorio, lo cual significa buscar formas de utilizar los ecosistemas dentro de los límites impuestos por su propia naturaleza, su dinámica y su capacidad de recuperación, para satisfacer las necesidades de la población. Es decir, plantear el desarrollo socioeconómico de una región, provincia o micro-región, sobre la base de las potencialidades y restricciones que ofrece la misma.

En este marco, a mediados del año 2.004 se iniciaron gestiones con otros organismos, suscribiéndose convenios con la manifiesta intención de consolidar esta coordinación de acciones y asistencia técnica para aumentar la sinergia, surgiendo entonces como una necesidad la creación del Programa de Ordenamiento Ambiental del Territorio de la propia Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable para constituirse en el ámbito de coordinación interna y externa.

Dicho Programa fue creado por Resolución N° 685/2.005 y publicado en el Boletín Oficial el día 9 de agosto de 2.005.

Los principales objetivos del Programa en cuestión son los siguientes:

-Incorporar la dimensión ambiental en la planificación del desarrollo territorial para proveer a que ese desarrollo sea sustentable.

-Potenciar el efecto de las políticas y programas sectoriales de la Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable integrándolas en las estrategias de desarrollos nacionales y provinciales (en el marco del Plan Estratégico territorial).

-Identificar y fortalecer su vinculación con líneas de investigación y desarrollo de conocimientos y tecnologías aplicadas a los usos sustentables de los recursos de diferentes eco-regiones, a su regulación y al relevamiento del estado y las dinámicas de cambio en el uso de los recursos ambientales en el territorio.

-Fortalecer los ámbitos institucionales dedicados al ordenamiento ambiental del territorio en los diferentes niveles de gestión.

Asimismo, se le han asignado las siguientes funciones:

-Articular las acciones vinculadas con el Ordenamiento Ambiental del Territorio que se desarrollen en el ámbito de la Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable.

-Articular con otros organismos nacionales, los planes, programas y proyectos vinculados con el desarrollo territorial, en especial con el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios.

-Apoyar y fortalecer la inserción de los organismos ambientales provinciales en los procesos de desarrollo del territorio promoviendo en el ámbito del COFEMA la constitución de Comisiones Técnicas para el tratamiento del tema.

-Propender a la creación de un Observatorio sobre el estado y dinámicas de cambio en el uso de los recursos ambientales, que constituirá parte de la información de base necesaria para la evaluación ambiental de políticas globales o sectoriales del gobierno nacional y aportará elementos para la elaboración del Informe Ambiental Anual.

-Desarrollar y promover el uso de metodologías y técnicas para el desarrollo de planes de uso del suelo provinciales o locales, que incorporen la dimensión

ambiental, especialmente en lo que concierne a los aspectos de uso sustentable y protección del ambiente.

-Promover la incorporación de la EIA desde las primeras etapas de planificación de grandes obras de infraestructura, dado el carácter vertebrador de las mismas en el ordenamiento del territorio.

-Promover la elaboración y actualización del diagnóstico de la situación ambiental nacional y de los asentamientos humanos, contribuyendo al desarrollo de indicadores de desarrollo sustentable a nivel de las distintas regiones del país.

-Analizar la normativa vigente, elaborar y proponer lineamientos, instrumentos normativos y procedimientos de gestión relativos al Ordenamiento del Territorio en concordancia con los principios ambientales consagrados en el artículo 4° de la Ley General.

- Ley 25.612 Gestión Integral de Residuos Industriales En la Resolución N°1639/2007 de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, según la cual se definen las actividades alcanzadas por la obligación establecida en el artículo 22: se establecen los presupuestos mínimos de protección ambiental sobre la gestión integral de residuos de origen industrial y de actividades de servicio, que sean generados en todo el territorio nacional y derivados de procesos industriales o de actividades de servicios. Niveles de riesgo. Generadores. Tecnologías. Registros. Manifiesto. Transportistas. Plantas de tratamiento y disposición final. Responsabilidad civil. Responsabilidad administrativa. Jurisdicción. Autoridad de aplicación. Disposiciones complementarias conforme a criterios que prioricen las actividades con mayor potencial contaminante, según lo expresa uno de sus considerandos: “Que en dicho marco, los criterios que guían la inclusión de actividades se establecen en base a lineamientos que hacen foco en riesgos vinculados al manejo de sustancias tóxicas o con poder contaminante, su eventual liberación al ambiente ante hechos accidentales, y sus probables impactos sobre recursos renovables como el agua, el suelo y subsuelo” (Secretaría de Ambiente Desarrollo Sustentable, 2007).

- Ley Nacional 24051 Residuos peligrosos - Generación, manipulación, transporte y tratamiento.

Esta ley fue sancionada el 17 de diciembre del año 1991, promulgada el 8 de enero de 1992 y finalmente reglamentada por el decreto 831/93.

Anexo I: Categorías Sometidas a Control-Corrientes de desechos (Y)

Anexo II: Lista de Características Peligrosas N° de Código, Clase según Naciones Unidas (H)

Artículo 1º: La generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos quedarán sujetos a las disposiciones de la presente ley, cuando se tratare de residuos generados o ubicados en lugares sometidos a jurisdicción nacional o, aunque ubicados en territorio de una provincia estuvieren destinados al transporte fuera de ella, o cuando, a criterio de la autoridad de aplicación, dichos residuos pudieren afectar a las personas o el ambiente más allá de la frontera de la provincia en que se hubiesen generado, o cuando las medidas higiénicas o de seguridad que a su respecto fuere conveniente disponer, tuvieren una repercusión económica sensible tal, que tornare aconsejable uniformarlas en todo el territorio de la Nación, a fin de garantizar la efectiva competencia de las empresas que debieran soportar la carga de dichas medidas.

La ley identifica a este tipo de residuos por medio de tres caminos:

a) Por sus características particulares: el art. 2 define como peligroso a todo residuo que pueda causar daño, directa o indirectamente a seres vivos, o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general. Dado que con este enunciado podrían generarse todo tipo de dudas, la ley intenta otras posibilidades de identificación.

b) Por enumeración: la Ley de Residuos Peligrosos remite a los anexos I y II. En el primero, se determinan las categorías sometidas a control, en las que se enuncian 45 posibilidades, por ej. Compuestos de cobre y de cinc, desechos resultantes de la producción de resinas, látex, plastificantes, de adhesivos, tintas, colorantes, pigmentos, pinturas lacas o barnices, etc. El segundo anexo brinda una lista de características que deben presentar los residuos para ser considerados peligrosos, entre las que figuran: explosivos, líquidos y sólidos inflamables, sustancias susceptibles de combustión espontánea, oxidantes, tóxicos (venenosos), peróxidos, corrosivos, sustancias infecciosas, etc.

c) Por exclusión: quedan excluidos del régimen de la ley los residuos domiciliarios, los radiactivos y los derivados de las operaciones normales de los buques, los que se regirán por leyes especiales y convenios internacionales vigentes en la materia.

- Ley N° 11723 Integral del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.

La Secretaría de Política Ambiental como Autoridad de Aplicación de la ley 11723 tiene como objetivo aunar criterios dentro de la gestión ambiental de los municipios de la Provincia de Buenos Aires en el contexto del artículo 13 de dicha ley que expresa lo siguiente: La autoridad ambiental provincial deberá, según los incisos:

- a) Seleccionar y diseñar los procedimientos de evaluación de impacto ambiental y fijar los criterios para su aplicación a proyectos de obras o actividades alcanzadas por el artículo 10.
- b) Determinar los parámetros significativos a ser incorporados en los procedimientos de evaluación de impacto.
- c) Instrumentar procedimientos de evaluación medio ambiental inicial para aquellos proyectos que no tengan un evidente impacto significativo sobre el medio.

El artículo 10 manifiesta lo siguiente:

Todos los proyectos consistentes en la realización de obras o actividades que produzcan o sean susceptibles de producir algún efecto negativo al ambiente de la Provincia de Buenos Aires y/o sus recursos naturales, deberán obtener una Declaración De Impacto Ambiental expedida por la autoridad ambiental provincial o municipal según las categorías que establezca la reglamentación de acuerdo a la enumeración enunciativa incorporada en el anexo II de la presente ley.

- Ley 11459 Radicación Industrial

Esta ley será de aplicación a todas las industrias instaladas, que se instalen, amplíen o modifiquen sus establecimientos o explotaciones dentro de la jurisdicción de la Provincia de Buenos Aires.

Todos los establecimientos industriales deberán contar con el pertinente Certificado de Aptitud Ambiental como requisito obligatorio indispensable para que las autoridades municipales puedan conceder, en uso de sus atribuciones legales, las correspondientes habilitaciones industriales.

El Certificado de Aptitud Ambiental será otorgado por la Autoridad de Aplicación, en los casos de establecimientos calificados de tercera categoría según el artículo 15°, mientras que para los que sean calificados de primera y segunda categoría serán otorgados por el propio Municipio.

- Decreto N°1741/96 reglamentario de la ley 11459 Establecimientos Industriales, modificatoria del Decreto 1601/95, es necesario contar con un procedimiento claro y preciso para el juzgamiento de las infracciones; así como también para el trámite que habilita los establecimientos industriales, respetando también las pautas de descentralización operativa que marcan la Ley 11459 y la propia Ley 11723 Integral del Medio Ambiente y los Recursos Naturales; que los parámetros establecidos por los anexos en cuanto a estándares de emisión no son los adecuados desde la perspectiva científica; como así también los rubros de actividad conceptual no se adaptaban a la realidad o al nivel de complejidad correspondiente. Se designa expresamente como Autoridad de Aplicación de la Ley 11459 a la Secretaría de Política Ambiental de la Provincia de Buenos Aires. Las industrias de la Provincia de Buenos Aires deben ser clasificadas en 3 categorías de acuerdo con su Nivel de Complejidad Ambiental, que queda definido por la siguiente ecuación.

$$N.C.A. = Ru + ER + Ri + Di + Lo$$

De acuerdo a los valores del N.C.A. las industrias se clasifican en Decreto N° 353/11:

Primera Categoría: hasta 15.

Segunda Categoría: más de 15 y hasta 25.

Tercera Categoría: más de 25 o Art. 9°.

El Nivel de Complejidad Ambiental (N.C.A.) de un establecimiento industrial queda definido por:

El rubro, indicado Ru, surge del Anexo I del Decreto 1741/96

La localización de la empresa (Lo) que considera la zonificación municipal e infraestructura de servicios.

La dimensión del emprendimiento (Di) que contempla el personal empleado, la potencia instalada (en HP) y la superficie (Cubierta/total).

Los riesgos potenciales de la actividad:(Ri) tales como incendio, explosión, químico, acústico y por aparatos a presión.

La calidad de emisiones, efluentes y residuos (Er) Se clasifican en 3 tipos (0, 1 y 2) de acuerdo a sus características.

- Ley N° 8.912/77, de Ordenamiento Territorial y Uso del Suelo.

A los fines de la radicación industrial, cada municipio debe fijar las equivalencias entre los cinco tipos de zonas establecidas en el Decreto 1.741/96 y las contenidas en su plan regulador aprobado.

- Ley N° 25438. Protocolo de Kyoto de la I Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, adoptado en Kyoto- Japón: El Protocolo de Kyoto sobre el cambio climático es un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de gases provocadores del calentamiento global. Este instrumento se encuentra dentro del marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), suscrita en 1992 dentro de lo que se conoció como la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro, y es uno de los instrumentos jurídicos internacionales más importantes destinado a luchar contra el cambio climático. Contiene los compromisos asumidos por los países industrializados de reducir sus emisiones de algunos gases de efecto invernadero, responsables del calentamiento global. El Protocolo de Kyoto se aplica a las emisiones de seis gases de efecto invernadero: dióxido de carbono (CO₂); metano (CH₄); Óxido nitroso (N₂O); hidrofluorocarbonos (HFC); perfluorocarbonos (PFC); hexafluoruro de azufre (SF₆).

- Ley N° 19587 Higiene y Seguridad en el Trabajo
Decreto 911/96: Apruébese el Reglamento para la industria de la Construcción. Que existe interés en los sectores sindical y empresarial, en actualizar la reglamentación de la Ley de Seguridad e Higiene en el Trabajo N° 19.587, adecuando sus disposiciones a la Ley sobre Riesgos del Trabajo N° 24.557 a fin de aplicarla a las relaciones de trabajo regidas por la Ley N° 22.250. Que el mentado interés se plasmó en el acuerdo arribado en el ámbito del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, entre los representantes de La Unión Obrera De La Construcción De La República Argentina (U.O.C.R.A.), por el sector sindical, y La Unión Argentina de la Construcción (U.A.C.) y La Cámara Argentina de la Construcción (C.A.C.), por el sector empresarial: Que en la industria de la construcción deben contemplarse situaciones especiales, en razón de modalidades de contratación específicas, la existencia de plantas móviles, la actuación en ámbitos geográficos dispersos, el desarrollo de actividades en lugares privados y del dominio público y la ejecución

- Código Penal

El Artículo 200 del Código Penal prevé la pena de reclusión o prisión entre 3 y 10 años para “aquel que envenenare, adulterare o falsificare de un modo peligroso para la salud, aguas potables o sustancias alimenticias o medicinales destinadas al uso público o al consumo de una colectividad de personas”. Probablemente no fue el objetivo de quien redactó éste artículo, punir a las industrias que vuelcan desechos contaminantes en los cursos de agua, sin embargo, en esos casos se estaría configurando la figura delictiva que la tipifica. No obstante, se destacan obstáculos que surgen para aplicar la figura al problema de la contaminación de los cursos de agua, ya que el tipo penal establece que se deberá estar contaminando un agua potable, con lo cual la posibilidad de aplicar la figura excluye:

Los cursos de agua contaminados por hechos anteriores, como las aguas del Riachuelo o del Reconquista, los cursos de agua susceptibles de potabilización, ya que no es originalmente potable según los requisitos de calidad exigidos sino que necesita de un tratamiento posterior para su potabilización. De obras en terrenos propios o de terceros, entre otros.

CAPÍTULO III - METODOLOGÍA

III.1	Introducción	30
III. 2	Metodología Propuesta	31
III. 2.1.	Localización del proyecto y determinación del área del proyecto	33
III. 2.2.	Caracterización del medio físico	34
III. 2.3.	Descripción del proyecto	38
III. 2.4.	Actividad socioeconómica.....	40
III. 2.5.	Potenciales riesgos (contingencias)	40
III. 2.6.	Matrices de impacto ambiental.....	41
III.3.	Elección de los Parámetros a Evaluar.....	50
III.3.1.	Grado de neutralidad.....	50
III.3.2.	Cromo	52
III.3.3.	Plomo.....	53
III.3.4.	Cinc.....	53
III.3.5.	Fenoles.....	55
III.3.6.	Hidrocarburos	55
III.3.7.	Bioensayos de toxicidad	56
III.3.8.	Intemperismo acelerado artificial	58
III.3.9 .	Identificación de halógenos en plásticos	58
III.3.10.	Durabilidad del hormigón por ataque de sulfato de sodio.....	59
III.3.11.	Métodos de ensayo aplicados en el laboratorio	59

Resumen:

En este capítulo se presentan las diferentes metodologías a utilizar para desarrollar el trabajo del estudio de caso.

CAPÍTULO III - METODOLOGÍA

III.1 Introducción

La premisa fundamental en que se basan los estudios ambientales, considera al medio ambiente como una Unidad Biofísica y Socioeconómica, ya que los seres humanos son parte integrante del medio ambiente y participantes activos en la transformación de los ecosistemas, a través del desarrollo de sus distintas actividades físicas, económicas y socioculturales. De aquí la necesidad de encarar los estudios ambientales de cualquier proyecto con un enfoque holístico e integrado, el cual permite realizar una evaluación completa y objetiva.

El estudio de impacto ambiental es una de las herramientas de gestión para la protección del medio ambiente. Consiste en establecer un método de estudio y diagnóstico con el objeto de identificar, predecir, interpretar y comunicar el impacto de una acción sobre el medio ambiente. Se debe elaborar sobre la base de un proyecto previo a la toma de decisiones y como instrumento para el desarrollo sustentable. (Dellavedova, 2011)

El estudio de impacto ambiental debe incluir

- Una descripción de la actuación que se propone, presentación de objetivos y una descripción del medio afectado.
- Establecer la relación de la actuación propuesta con los planes de usos del suelo, las políticas y los controles en la zona afectada.
- Evaluar los efectos positivos y negativos de la actuación propuesta. La atención principal debe centrarse en el análisis de aquellos factores que sufran en mayor grado los impactos de la actuación propuesta.
- Una exploración rigurosa y una evaluación objetiva de los impactos ambientales de todas las actuaciones de las alternativas viables, especialmente aquellas que puedan mejorar la calidad de vida o evitar alguno o todos los efectos ambientales adversos.

- Detallar cualquier efecto ambiental inevitable negativo como consecuencia de la actuación, acompañada de una descripción clara de cómo se reducirán los efectos adversos evitables.
- La relación existente entre los usos antrópicos locales y a corto plazo y el mantenimiento y/o mejora de la productividad a largo plazo.
- Cualquier asignación de recursos de carácter irreversible o irrecuperable que se produzca como consecuencia de la realización de la actuación propuesta.
- Indicaciones sobre que otros intereses y consideraciones de la política federal se cree que contrarrestarán los efectos ambientales adversos de la actuación propuesta.

Una de las etapas iniciales de los estudios de impacto ambiental es el trabajo de campo, en el que un equipo multidisciplinario basándose en documentación preexistente para la misma actividad y en la percepción observada en el área afectada, realiza un análisis entre los temas investigados relacionando el agente impactante y la variable afectada, así como los impactos generados y/o agentes que los ocasionan (Vasquet, 2007).

III. 2 Metodología Propuesta

En esta tesis se propone una metodología para llevar adelante un estudio de impacto ambiental para modelos constructivos que emplean hormigón con agregado de copolímeros.

Para elaborar la metodología de estudio del impacto generado es necesario previamente realizar el screening del proceso.

El screening, también denominado “selección”, permite definir aquellos aspectos ambientales que deben ser evaluados en el desarrollo de un Proyecto y excluir aquellos que no son ambientalmente significativos, permitiendo así establecer la profundidad de los estudios ambientales necesarios de realizar. Representa la primera etapa de la incorporación de la Dimensión Ambiental dentro de un Proyecto.

Los objetivos del screening son los siguientes:

- Proporcionar una definición de la escala y del tipo de proyecto. En este trabajo se trata de un estudio de caso para verificar que la incorporación de polímeros en modelos constructivos de hormigón (losetas), no alteran significativamente el ambiente donde fueron colocadas, ni a su entorno.
- Identificar los “componentes valiosos del ecosistema” (CVE), existentes en el área de estudio.
- Establecer la naturaleza general de los potenciales impactos del medio sobre el Proyecto y de éste sobre el medio receptor.
- Sugerir el proceso de EsIA¹ más adecuado para aplicarlo al Proyecto en cuestión.

La segunda etapa para llevar adelante las evaluaciones ambientales es el scoping, proceso que se utiliza para definir el alcance que permite determinar los puntos clave que son necesarios examinar en la evaluación, durante la realización de un estudio ambiental en particular.

Los procesos de screening y scoping pueden considerarse completados, una vez desarrolladas las siguientes tareas:

- Descripción de la necesidad del proyecto
- Descripción del proyecto propuesto y de soluciones alternativas
- Identificación de los Componentes Valiosos del Ecosistema (CVEs)
- Identificación de los potenciales impactos de las distintas opciones del Proyecto sobre los CVEs dentro del área de estudio y de los potenciales impactos del Medio Biofísico y Socioeconómico sobre el proyecto.
- Consulta con los funcionarios locales, provinciales y nacionales respecto de las opciones y de los impactos, a los efectos de establecer la capacidad institucional respecto del tratamiento de los problemas ambientales en el área de estudio.

¹ EsIA Se entiende como estudio de impacto ambiental

- Relevamiento de la opinión de la población y de los diversos actores sociales de la zona de influencia del proyecto, para determinar los potenciales problemas que podrían presentarse para adoptar las acciones necesarias para evitarlos y/o minimizarlos.
- Selección de la opción de proyecto más adecuada
- Identificación del tipo de EsIA a ser aplicado a la opción de proyecto seleccionada.

A continuación se desarrollarán los principales aspectos a tener en cuenta en la metodología propuesta.

III. 2.1. Localización del proyecto y determinación del área del proyecto

Al realizar el estudio de impacto ambiental es necesario poder valorar los impactos producidos por la implantación de los modelos constructivos con un conjunto de indicadores aplicados al área de influencia del proyecto.

El área de influencia no comprende solamente el predio en el que se emplaza el proyecto, sino que incluye toda aquella superficie en la que como consecuencia de la actividad del proyecto pueden generarse alteraciones del ambiente que afecten la calidad de vida de la población.

La superficie del área de influencia puede ser muy variada dependiendo de las características del proyecto que se quiere emplazar. Habitualmente se consideran las zonas afectadas por la actividad relacionada al proyecto, así por ejemplo, en el caso de un emprendimiento que opere con combustible sólido, el principal impacto es el de la difusión de contaminantes en la atmósfera, por lo que será necesario determinar el área a través de un modelo que muestre el alcance de la pluma de contaminación.

En los casos de los modelos constructivos que nos ocupan, tales como bancos de plaza, senderos contruidos con losetas, maceteros, mesas y bancos de uso recreacional, entre otras, el área de influencia deberá considerar con especial atención al suelo dónde se instalen dichos modelos constructivos.

III. 2.2. Caracterización del medio físico

Este apartado debe considerar un análisis integral del medio físico inerte y biótico teniendo en cuenta los aspectos geológicos y geomorfológicos, el paisaje, el clima la hidrografía, la biodiversidad animal y vegetal, el uso y manejo del suelo, los bienes materiales.

- **Geomorfología:** Identifica la unidad morfológica del área de influencia del proyecto, reconociendo la presencia de relieves, fallas y basamentos de la región.
- **Hidrografía:** Contempla los cursos de agua superficiales y subterráneos así como la presencia de masas de agua salada.

La protección del agua subterránea tiene como objetivo lograr que la calidad de agua tenga mínimas desviaciones con respecto a su condición natural. Para el caso de las sustancias que se encuentran de forma habitual en el medio como, arsénico o metales pesados la concentración deberá ser la característica de la zona; mientras que para aquellas que aparecen exclusivamente por actividades antrópicas la concentración será cero.

Los contaminantes de las aguas subterráneas provenientes de la actividad industrial llegan a las napas atravesando los distintos horizontes del suelo.

- **Paisaje:** Se puede entender como el conjunto de elementos de tipo físico-biótico o natural y antrópico o artificial, que al ser delimitado por el observador configura una escena con algún sentido, en armonía, con un orden y con un mensaje.

Dentro del paisaje se encuentra el paisaje urbano que es definido por Alberto Saldarriaga (1995) como "... el conjunto de conjuntos. A la manera de paisaje natural, el urbano reúne no solo los objetos inanimados sino las formas de vida que pueblan un lugar. Su homogeneidad o heterogeneidad son una medida cultural de coherencia o de caos social. En él se encuentran el pasado, el presente y el futuro de la ciudad". Es necesario evaluar cómo repercute en el paisaje el proyecto en particular, tomando en cuenta las alteraciones estéticas que produce.

- **Clima:** Es la expresión que se utiliza para referirse al conjunto de condiciones meteorológicas que caracterizan un lugar determinado de la superficie

terrestre. El clima es producto de la combinación de una serie de factores como los accidentes geográficos. Las montañas y mares, influyen decisivamente en las características del clima.

Determinar estas particularidades permite considerar como esenciales un reducido grupo de elementos: la temperatura, la humedad, la salinidad y la presión de la atmósfera. Sus combinaciones definen tanto el tiempo meteorológico de un momento hormigón como el clima de una zona.

A modo de ejemplo se analiza la instalación de los distintos modelos constructivos como bancos de hormigón con agregado de copolímeros en zonas afectadas por la niebla salina de una costa marítima. En este caso, será necesario evaluar la resistencia del material por ataque con sulfato de sodio.

Si en cambio, el modelo constructivo se instala en una zona fría, de muy bajas temperaturas, el hormigón resistente a las heladas debería tener una relación agua-cemento determinada. Las secciones delgadas, como los tableros de puentes, barandas, cordones, voladizos y elementos ornamentales y cualquier hormigón expuesto a sales anticongelantes, deben tener una relación w/c^2 menor o igual que 0,45; todas las demás estructuras, la relación w/c debe ser menor o igual que 0,50.

Debido a que algunas veces no se conoce con certeza el grado de absorción de los agregados livianos en el hormigón, no resulta posible calcular la relación w/c de los materiales que contienen este tipo de agregados. Para estos hormigones se debería especificar una resistencia a la compresión a 28 días, mayor o igual que 4000 psi (27.6 MPa). (O'Neill R.;Russell L. Hill, 2001).

La norma ASTM C 671 exige que las probetas de hormigón con aire incorporado inicialmente, se lleven hasta las condiciones de humedad a las cuales se anticipa estará sujeto el hormigón al iniciar el invierno, habiendo sido el contenido de humedad determinado preferentemente mediante ensayos in situ. Luego las probetas se sumergen en agua y se congelan alternadamente utilizando la tasa de enfriamiento

² w/c indica la relación agua / cemento

que se anticipa en obra. Se mide el aumento de longitud (dilatación) de la probeta durante la parte del ciclo correspondiente al congelamiento. Esta norma se complementa con la norma ASTM C 682, que ayuda a interpretar los resultados.

- **Uso y manejo del suelo:** El manejo de tierras se refiere a todas las operaciones, prácticas y tratamientos que se aplican para su protección y mejoramiento de los bienes y servicios proporcionados por el ecosistema de la tierra.

La protección del suelo tiene por objetivo preservar el hábitat para los seres humanos, plantas y animales; brinda los nutrientes básicos para la vida y actúa como agente de filtración, retención y transformación de sustancias nocivas para el agua subterránea.

Los proyectos con la instalación de los modelos constructivos pueden incorporar contaminantes al suelo, este efecto varía ampliamente dependiendo de las características y concentración de las sustancias contaminantes, de las características del suelo, (tipo, composición y pH) y de las funciones y uso que se da al suelo en donde se va a instalar.

Para determinar la calidad del suelo se realizan análisis verificando el cumplimiento de la legislación vigente. Así los niveles guía de calidad de suelo, se pueden consultar en el Decreto Reglamentario 831/93 de la Ley 24051 de Residuos Peligrosos.

En ocasiones, ante la usencia de normativa nacional específica se emplean Normas internacionales reconocidas, como por ejemplo las Normas holandesas.

- **Biodiversidad animal y vegetal:** Por biodiversidad se entiende la variedad de formas de vida que existen en la zona de ubicación del proyecto. La diversidad biológica describe la riqueza del mundo biológico y abarca todas las formas de vida y los ecosistemas que ésta integra. La biodiversidad se refiere a los millones organismos que habitan el lugar como resultado de un largo proceso evolutivo, a su dotación genética y a las relaciones que mantienen entre ellos.

Como consecuencia de las actividades antrópicas la flora puede ser afectada por diferentes factores, como ser:

- Retiro de la cubierta vegetal con la consecuente disminución de individuos
- Introducción de especies invasoras que compiten con las autóctonas.
- Las emisiones gaseosas o el vertido de efluentes líquidos que contaminan el suelo y las napas.

La implantación de un proyecto genera impactos sobre la fauna debido a.

- Alteración del hábitat natural de las especies de la zona.
 - Alteración de las rutas migratorias de las aves
 - Introducción de especies invasoras
 - Generación de ruidos y olores que actúan como detonantes para la migración de especies.
 - Intromisión de construcciones que actúen como barrera.
 - Contaminación de acuíferos superficiales.
- **Reservas naturales:** Son un espacio protegido por algún régimen especial que permite la preservación de las especies que habitan en él. Cuando un terreno es designado como reserva natural, adquiere un estatus particular que impide su explotación comercial, la construcción de estructuras y otras cuestiones que podrían modificar sus condiciones naturales. La instalación de un proyecto en una reserva natural, no debe ocasionar ningún tipo de impacto. La instalación de un sendero o banco tipo plaza no deberá lixiviar ni desprender o emanar ningún tipo de contaminante.
 - **Patrimonio Cultural:** El establecimiento de un proyecto en una determinada localización puede generar la alteración del patrimonio cultural. Entre los factores en los que se puede impactar el patrimonio cultural se hallan.
 - Alteración de sitios históricos.
 - La ocupación de predios que se utilizaban para el esparcimiento con fines recreativos.

- Alteración de las costumbres de la población en la zona de influencia.
- Alteración de infraestructuras que pueden ser positivas o negativas, dependiendo si se trata de un deterioro o una mejora.

III. 2.3. Descripción del proyecto

Dentro de la descripción del proceso existen varios aspectos que deben ser considerados y pueden desglosarse en los siguientes:

- Datos generales del proyecto
- Localización del proyecto, incluyendo la superficie del mismo.
- Infraestructura requerida para el funcionamiento del mismo, incluyendo los accesos viales, la red cloacal, el tendido eléctrico, los medios de transporte.
- Descripción de la actividad, informando tanto los procesos productivos como los auxiliares.
- Requerimiento de materias primas e insumos.
- Caracterización y cuantificación de las distintas corrientes residuales
- Identificación de los riesgos propios de la actividad
- Descripción de las condiciones de almacenamiento de materias primas, insumos productos terminados y residuos.

El proceso de instalación de modelos constructivos requiere de una profundización acerca de los materiales que lo componen.

El principal componente de estos modelos es el hormigón que se define como “un material pétreo, artificial, obtenido de la mezcla, en proporciones determinadas, de cemento, áridos y agua. El cemento y el agua forman una pasta que rodea a los áridos, constituyendo un material heterogéneo. Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos que mejoran o modifican algunas propiedades del hormigón” (NCH182F55, 1955).

Los áridos son materiales pétreos compuestos de partículas duras, de forma y tamaño estable. Habitualmente se dividen en dos fracciones: agregados gruesos y agregados finos.

Los áridos, el cemento y el agua se mezclan juntos para constituir una masa plástica que permite ser moldeada en la forma que se desee.

El cemento y el agua se combinan químicamente por un proceso denominado hidratación, del cual resulta el fraguado del hormigón y su endurecimiento gradual; este endurecimiento puede continuar indefinidamente bajo condiciones favorables de humedad y de temperatura, con un incremento de la capacidad resistente del hormigón. Se supone y acepta que el hormigón ha alcanzado su resistencia de trabajo a los 28 días, y es por eso que normalmente las exigencias de resistencia se especifican y verifican a esa edad. En realidad, encontrándose en condiciones favorables, los hormigones siguen incrementando su resistencia a medida que aumenta su edad. El hormigón simple, sin refuerzo, es resistente a la compresión pero es débil en tensión, lo que limita su aplicabilidad como material estructural.

Las losetas de hormigón con copolímero son fabricadas y estabilizadas durante 28 días antes de desmoldarlas.

El hormigón en estado endurecido y en contacto con el aire húmedo sufre un proceso de carbonatación a largo plazo que lixivia al suelo donde está instalado.

El hormigón tradicional bien compactado es un material poroso e impermeable, dependiendo de la relación agua cemento entre otros aspectos.

El hormigón con copolímero es más permeable debido a que tiene una porosidad mayor por efecto de los trozos de copolímero presentes en toda su estructura.

El tiempo de curado favorece la formación de productos de hidratación que hacen disminuir la porosidad del producto final. (Carrasco,2010). Los modelos constructivos se aditivan con plásticos provenientes de scrap o rezagos de distintas industrias alimenticias.

El tipo de plástico y la granulometría, utilizados para la construcción de los modelos constructivos será determinante para decidir las proporciones y tipos de

análisis a realizar. El tamaño de los polímeros afecta la adherencia a la mezcla del hormigón.

Los bloques huecos de hormigón están compuestos por cemento, agregado de fino natural, agregado de grueso de trituración(6-10 mm) y aditivos, una vez que los materiales se pesan hasta obtener la dosificación deseada se mezclan en una hormigonera a la mezcla se le agrega copolímeros y se le incorpora agua iniciándose el proceso de amasado. La proporción agua–cemento es determinante para las propiedades finales del material. Finalizado el amasado la mezcla es transportada hacia una prensa que se encarga de apisonar y proporcionar la compactación necesaria mediante micro-vibrado dando forma a los bloques.

III. 2.4. Actividad socioeconómica

En este apartado deben considerarse las características de la población, los índices demográficos, propios del área de influencia y esencialmente la actividad socioeconómica.

Relevamiento de opinión pública: La Ley General del Ambiente N° 25675 establece los presupuestos mínimos para la gestión ambiental sustentable, como ya se indicó en el capítulo II. Entre los objetivos de la política ambiental se halla fomentar la participación social en los procesos de toma de decisiones. Se reconoce ampliamente, las implicancias que sobre la población tienen los impactos ambientales de cualquier proyecto que se lleve a cabo. De allí la importancia de incorporar el relevamiento de opinión en los estudios de impacto ambiental. Las herramientas más frecuentemente usadas son las encuestas de opinión y el relevamiento de referentes o stakeholders (Devescovi M. P., Speltini C. T., 2010)

III. 2.5. Potenciales riesgos (contingencias)

- Contingencias naturales: Por la zona en que están ubicadas las losetas, las contingencias naturales que pueden ocurrir son tormentas eléctricas, inundaciones, granizo y otras, en caso de producirse la caída de un rayo, incidirá sobre el elemento que le signifique mayor conductividad y sea capaz de aportar más cargas al fenómeno. También pueden producirse descargas superficiales entre ellos al desaparecer la carga inductora como consecuencia de rayos de nube a nube. En el

caso particular del hormigón armado, se considerará como conductor si la armadura metálica es continua y está, desde el punto de vista eléctrico, eficazmente conectada al sistema receptor de rayos, y a algún elemento metálico (placa de descarga) permanentemente en contacto con el agua, en caso de la caída de un rayo sobre las losetas con polímero al no tener partes metálicas no produciría generación de tensiones de paso y de contacto. Es decir se produciría solo la destrucción mecánica de la loseta sin propagación de las corrientes de descarga. (DPSN Prefectura Naval Argentina, 2010). Si se produce una inundación, el riesgo de producir una contaminación por lixiviación es el mismo que el de un hormigón tradicional que esta ambientalmente aceptado. La caída de granizo no afecta a las losetas por su resistencia.

- Contingencias por causas externas: una contingencia que ocurrió fue que pasaron con una retroexcavadora por encima de la senda de loseta lo que provocó que se rompieran, en 2015 se realizó un análisis de las consecuencias del hecho, lo que está detallado en el capítulo IV.

III. 2.6. Matrices de impacto ambiental

Existen varios modelos de matrices de evaluación ambiental, cuyos autores son Leopold (1971), FEARO de la Oficina Federal de Revisión y Análisis Ambientales del Canadá (1976), Moore et al.(1973) y Sorensen (1971).

Otra técnica de valoración es realizar listas de verificación de distintos niveles a medida que se avanza en el proyecto: cuestionarios, listas simples, listas descriptiva, listas de escala, listas de escala y peso; sistema Batelle Columbus (1972).

Las listas de verificación se elaboran a partir de una actividad. Se genera una lista de factores ambientales involucrados y los posibles impactos que ocasionan los mismos. Permiten verificar la presencia o ausencia de elementos afectados.

- La matriz de FEARO (stands for Federal Environmental Assessment and Review Office) propuesta por la Oficina de Revisión y Análisis Ambiental de Canadá (1976), se realiza mediante tablas, una para la fase de obra y otra para la fase construcción. En columnas se ponen los siguientes ítems: actividad, potencial impacto, medidas preventivas, medidas de mitigación, plazos de ejecución.

- La matriz de Leopold es una matriz causa –efecto que consiste en un listado de acciones y otro de indicadores de impacto. Esta matriz sirve para identificar impactos y su origen, permite valorar la importancia y magnitud de los impactos ocasionados. Para su realización requiere de profesionales familiarizados con el área de influencia y la naturaleza del proyecto. (Dellavedova, 2011).

Consisten en cuadros de doble entradas en los que:

Las *filas* corresponden a las acciones o actividades de la obra, con implicancia ambiental, derivadas de las distintas etapas de desarrollo consideradas.

Las *columnas* corresponden a las características o factores del medio ambiente receptor, natural y socio-económico, susceptibles de ser afectadas por las acciones de la obra.

Cada una de las *intersecciones* entre filas y columnas representa una posibilidad de interacción entre una acción del proyecto y un componente del medio receptor. El trabajo del equipo técnico consiste en analizar la totalidad de las intersecciones potenciales para identificar aquellas que sean probables. Allí deberán reconocerse las interacciones donde se verifiquen cambios y/o efectos del proyecto sobre el ambiente. Solo una fracción de los posibles efectos alcanzarán la intensidad suficiente para ser significativos, es decir, para transformarse en impactos ambientales y sociales.

- Tomando en cuenta los antecedentes existentes y considerando, que la mayor parte de los sistemas matriciales son rígidos y no admiten la consideración del dinamismo de los sistemas ambientales, y que además fueron desarrollados para proyectos específicos de otros países, para un medio particular, donde los índices ambientales difieren de los de nuestro país, es que en los años 80, Kaczan, L. y Gutiérrez, T.C.F. (2000) han desarrollado el Método "PROGNOS II" de Evaluación de Impacto Ambiental mediante el Desarrollo de Matrices Semicuantitativas", adaptado a nuestras necesidades y donde las Matrices de Impacto no conforman una estructura rígida predeterminada, sino que presentan una estructura abierta y dinámica que se ajusta a las necesidades del evaluador y del objeto sujeto a evaluación, constituyendo una herramienta adecuada para sistematizar la información recopilada durante el desarrollo de los Estudios de la Línea de Base

Ambiental, facilitando el análisis pormenorizado y sistémico de los potenciales impactos que se generarán sobre el medio ambiente.

La Matriz Prognos II es una metodología altamente experimentada, ya que tiene más de 40 años de uso continuo en etapas de Proyecto, construcción de obras, explotación y evaluaciones en el área de obras viales, hidráulicas, centrales térmicas e hidroeléctricas, electroductos, gasoductos, acueductos, obras de canalización, puentes, obras de manejo de cuencas, de protección contra inundaciones, proyectos de saneamiento, proyectos agropecuarios, etc., siendo sin duda, la de mayor publicación y difusión en los ambientes especializados del país, a través de los proyectos obrantes en la Secretaría de Energía de la Nación, el ENRE, DNV, Agua y Energía Eléctrica, ENARGAS, SUCCE, Vialidad Nacional y Vialidad de diversas Provincias, BID, Banco Mundial, etc., formando parte de la metodología de uso normal aplicable al Manual de Gestión Ambiental para Obras Hidráulicas con Aprovechamiento Energético y posterior Ley N° 23.879, que establece el uso de dicho manual, aprobado por las Resoluciones 475/87 y 718/87 de la Secretaría de Energía. La realización de obras con hormigones con agregado de copolímeros podrán ser evaluadas ambientalmente por esta metodología. La realización de modelos constructivos elaborados con agregados de plásticos, deberá poner especial atención en estudiar el tipo de plástico y sus posibles degradaciones.

Los objetivos ambientales que persigue esta matriz son:

- Presentar a los responsables políticos y técnicos de la toma de decisiones y a los encargados de la gestión, una clara evaluación de los potenciales impactos que podrá ejercer el proyecto sobre la calidad ambiental en su conjunto.
- Aplicar al proyecto una metodología que permita evaluar y predecir los impactos y proporcionar los medios para:
 - Prevenir y mitigar los impactos negativos.
 - Potenciar los beneficios del proyecto.
 - Minimizar los impactos negativos a largo plazo.
- Identificar y evaluar los impactos que afectarán a los ecosistemas rurales y urbanos, comprendidos dentro del área de influencia directa e indirecta de las trazas

del sendero en estudio, como producto de las modificaciones que se operarán en la dinámica de las condiciones biofísicas y socioeconómicas del medio ambiente rural y urbano, como consecuencia de la construcción de la mencionada Obra.

- Adecuar el Proyecto desde el punto de vista ambiental, ingenieril y económico, a un esquema que permita preservar y mejorar el patrimonio natural, cultural y socioeconómico de la población involucrada, en el marco de la inducción de un desarrollo urbanístico, recreativo, cultural y socioeconómico, tendiente al mejoramiento de la calidad de vida y de las condiciones socio-económicas de la población en su conjunto.
- Evaluar distintas acciones a desarrollar durante las etapas: constructiva, de operación y mantenimiento, para sistematizar la ejecución de las mismas, de modo de minimizar los impactos negativos sobre el normal desarrollo de las actividades cotidianas de la población involucrada y sobre el medio biofísico receptor, y proponer las correspondientes medidas preventivas y de mitigación.

Impactos	COMPONENTES DEL MEDIO RECEPTOR IMPACTADOS				
Acciones					
	+1CSEKAN				
		-1PSEBFY			
			X--Y		

Figura N° III.1 Esquema Matriz Prognos II (Manual de Gestión Ambiental para Obras Hidráulicas con Aprovechamiento Energético)

La Matriz Causa-Efecto Prognos, consiste en una tabla de doble entrada.(Figura III.1).En la intersección de cada fila con las diferentes columnas, se originarán casilleros en los cuales resultará posible describir, mediante la utilización de criterios y pesos diferentes para cada variable utilizada, las características de cada impacto. Al no existir metodologías universalmente aceptadas y de uso común, se adopta en la presente evaluación el siguiente criterio para la valoración de los impactos

Signo: Positivo cuando es beneficioso, Negativo cuando es perjudicial y Probable, pero difícil de calificar sin estudios específicos

Probabilidad o riesgo de ocurrencia: entendiendo como probabilidad que los impactos se presenten (clasificada como Cierta o Posible).

Duración: clasificada como Temporal o “corta” (que se presenta por lo general durante la etapa constructiva del proyecto), Recurrente (cuando vuelve a suceder o aparecer con intermitencias) y Permanente (que se manifiesta durante toda la vida del proyecto)

Término de Ocurrencia: es el momento en que se produce el impacto (se califica como Inmediato, Mediato y a Largo Plazo)

DISCRIMINACIÓN DE LOS IMPACTOS SEGÚN SUS CARACTERÍSTICAS		
ORDEN SECUENCIAL EN EL CASILLERO DE LA MATRIZ	CARACTERÍSTICA DEL IMPACTO	SÍMBOLO UTILIZADO EN LA MATRIZ
1	<i>SIGNO</i>	(+) - Positivo (-) - Negativo (X) - Probable, pero difícil de calificar en esta etapa (.....) - No considerado en la evaluación
2	<i>IMPORTANCIA</i>	(1) – Menor (2) – Mediana (3) – Mayor
3	<i>PROBABILIDAD O RIESGO DE OCURRENCIA</i>	(C) – Cierta (P) – Posible
4	<i>DURACIÓN</i>	(T) – Temporal (V) - Recurrente (S) - Permanente
5	<i>TÉRMINO DE OCURRENCIA</i>	(E) – Inmediato (M) – Mediato (L) - A largo plazo
6	<i>REVERSIBILIDAD</i>	(B) – Reversible a corto plazo (D) – Reversible a mediano plazo (H) – Reversible a largo plazo (I) – Irreversible (K) - No considerado
7	<i>EXTENSIÓN AREAL</i>	(F) – Focalizada (A) – Local (R) – Regional (G) – Global
8	<i>NECESIDAD DE MONITOREAR LOS EFECTOS CONSIDERADOS</i>	(Y) – Si (N) – No

Tabla N° III.1

Conjunto de símbolos indicadores que serán colocados en la matriz

Reversibilidad: se considera que el impacto es Reversible (a corto, mediano o largo plazo) cuando el elemento perturbado retorna a sus condiciones iniciales, e Irreversible cuando se debe generar una nueva condición ambiental.

Extensión areal: es el territorio involucrado, clasificado como Focalizado, Local, Regional y Global, cuando se extiende a todo el territorio nacional.

Necesidad de monitorear los efectos considerados: se considera la necesidad o no, de monitorear los efectos generados por las acciones desarrolladas

De este modo, resulta factible indicar también, aquellos impactos (que pueden ser positivos o negativos) de posible ocurrencia, que sean difíciles de calificar en esta etapa sin estudios de detalle, pero ya son identificados a través de las primeras instancias del monitoreo ambiental, transformándose así en indicadores que servirán para modificar y/o intensificar los Programas de Monitoreo del PMA, cuyos resultados serán considerados en una Evaluación posterior de los impactos.

A estos impactos se los identificará con el símbolo X-----Y.

En los casos en que la acción analizada no genere efectos, ya sea por que su ejecución se halla inhibida por la falta del objeto material sobre el cual desarrollarse, o bien, por que los efectos generados no tendrán ninguna incidencia directa o indirecta sobre determinados componentes del medio receptor, los casilleros que reflejen esta situación, serán identificados mediante ocho puntos consecutivos.

Para la descripción del impacto en cada casillero de la matriz aplicada , se utilizará el conjunto de símbolos indicados en la tabla N° III 1, ordenados en una secuencia igual al orden con que serán colocados en cada casillero de la matriz:

Una vez confeccionada la matriz, se procederá a cuantificar en forma porcentual directa, los impactos positivos, negativos y los difíciles de evaluar en la etapa considerada. Asimismo, se cuantificarán y se expresarán en forma porcentual las distintas características de los impactos positivos y negativos analizados.

A continuación se citan algunas acciones que pueden conducir a la identificación de los impactos.

a. Acciones a desarrollar durante el período de movilización de obra

1. Ingreso de mano de obra y capacitación en Higiene, Seguridad y Medio Ambiente
2. Medicina del Trabajo (examen pre-ocupacional de salud y requisitos de la A.R.T.).

3. Implementación del servicio de atención a enfermos y/o accidentados
4. Cumplimiento de la gestión de los permisos de paso y habilitaciones para la construcción de la obra.
5. Delimitación de la franja de clacion y modificación de los usos existentes del suelo
6. Instalación temporaria de obradores, talleres, depósitos y campamentos
7. Habilitación y uso de sitios para la disposición de materiales removidos no utilizables (suelos, restos vegetales, etc.)
8. Habilitación y uso de sitios para el acopio y manejo de materiales-
9. Implementación del sistema de provisión de agua potable y para otros usos en los obradores y campamentos.
10. Implementación del sistema de abastecimiento de energía eléctrica en obra y de combustibles
11. Movilización de vehículos y equipos de obra y de transporte
- b. Acciones que serán desarrolladas durante la obra*
12. Limpieza y acondicionamiento de la franja de preparacion de las mezclas
13. Limpieza y disposición final de de vegetación arbórea y material removido (suelos, restos vegetales, etc.)
14. Mejoramiento de los caminos existentes y construcción de nuevos accesos a los distintos frentes de obra
15. Construcción de accesos, .en áreas pantanosas, terrenos anegadizos y redes de drenaje
16. Movimientos de máquinas, equipos de obra y vehículos de transporte
17. Excavaciones, transporte y movimientos de suelo
18. Ejecución de tareas de montaje de las losetas (u otro modelo constructivo que se instale)
19. Vertidos incontrolados y/o accidentales de sustancias contaminantes en suelos y cursos de agua
20. Manejo, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de materiales contaminantes y/o peligrosos dentro y fuera de la zona de obra.
21. Generación de residuos sólidos, semisólidos y efluentes líquidos
22. Generación de ruidos y vibraciones
23. Generación de emisiones gaseosas y de material particulado.
24. Identificación de riesgos, accidentes e incidentes potenciales
- c. Aplicación de Medidas Preventivas y de Mitigación*
25. Señalización e iluminación de zonas de peligro y de habilitación de desvíos de tránsito
26. Desarrollo de planes de contingencia frente a la posibilidad de accidentes

27. Implementación de medidas de prevención y protección contra incendios
28. Desarrollo de programas de prevención y protección contra todo tipo de potenciales riesgos
29. Cumplimiento de las normas de higiene, seguridad y medicina del trabajo en todos los ámbitos de la obra
30. Cumplimiento de las normativas de protección ambiental y de ordenamiento territorial vigentes
31. Rescate del patrimonio histórico, cultural, arqueológico y paleontológico
32. Mantenimiento de los accesos a propiedades y caminos secundarios a lo largo de la traza
33. Control de la erosión hídrica y eólica en los accesos y áreas de piquetes
34. Implementación de medidas de prevención contra las escorrentías pluviales
35. Mitigación de los impactos visuales ocasionados.
36. Limpieza y restauración de los sitios afectados durante la construcción de la obra.
37. Adecuación escénico-paisajística e integración de la obra con el medio circundante.
38. Reforestación compensatoria de la vegetación eliminada

El desarrollo de las acciones enunciadas, generará una serie de impactos tanto positivos como negativos, sobre los siguientes componentes del Medio Receptor.

d. La Calidad de Vida, la Salud, los Aspectos Sociales, Económicos y Psicológicos

- La ocupación de mano de obra local y regional
- La capacitación laboral y técnica
- El comercio local y regional
- Los aspectos estéticos paisajísticos y visuales
- Los aspectos higiénicos y sanitarios
- La recaudación impositiva
- La salud de los operarios y de la población aledaña
- El patrimonio histórico, cultural, arqueológico y paleontológico
- El desarrollo tecnológico y profesional inducido
- Los aspectos psicológicos de la población
- La utilización de tecnología local y regional
- La aceptación social

e. Los Aspectos Espaciales

- El ordenamiento territorial y usos del espacio
 - Existencia de asentamientos humanos y actividades
 - Existencia de terrenos anegadizos, cuerpos de agua y redes de drenaje
 - Existencia de establecimientos agro-industriales
 - Existencia de áreas forestadas y espacios de uso público
 - Existencia de redes de infraestructura y equipamiento
 - El uso de franjas de servidumbre ya existentes
- f. Los Aspectos Legales e Institucionales*
- La aplicación de la legislación ambiental nacional
 - La aplicación de la legislación ambiental provincial
 - La aplicación de leyes, decretos y ordenanzas municipales
- g. La Higiene y Seguridad del Trabajo en la Obra*
- La calidad del aire
 - La evitación de riesgos de contaminación por agentes físicos y químicos
 - La evitación de riesgos de incendio
 - La evitación riesgos de accidentes
 - La evitación de riesgos por ataque de animales ponzoñosos
 - La evitación de los riesgos de origen meteórico
- h. La Infraestructura, el Equipamiento y los Servicios*
- Las rutas nacionales y provinciales
 - Las calles urbanas y periurbanas
 - Los accesos a edificaciones y establecimientos
 - Los caminos vecinales y de servicio
 - Las líneas de transmisión de energía eléctrica existentes
 - La circulación del tránsito local y regional
 - Las tranqueras, cercos y alambrados
 - Los servicios de provisión de combustibles y lubricantes
 - Los servicios de transporte de cargas y de personal de obra
 - Los servicios de seguridad
 - Los servicios técnicos, mecánicos y otros
 - Los servicios de capacitación
 - Los servicios de emergencia médica
 - El servicio de seguro de riesgos del trabajo (ART)

- Los servicios de obra social
- Los servicios gastronómicos y de alojamiento
- i. *Los Aspectos Geofísicos (Factores Abióticos)*
 - La modificación de los patrones hidrológicos
 - El drenaje de las escorrentías pluviales
 - Los humedales y terrenos anegadizos
 - La erosión hídrica y eólica
 - La cubierta edáfica
 - La estabilidad de laderas y taludes en áreas críticas
 - La contaminación del suelo
 - La contaminación de las aguas superficiales y subterráneas
- j. *Los Factores Bióticos*
 - La vegetación arbórea y arbustiva autóctona
 - Los pastizales y la vegetación herbácea natural
 - La vegetación arbórea y arbustiva implantada
 - La fauna asociada con la vegetación existente

Una vez realizada la caracterización y la ponderación mediante la asignación de pesos relativos a cada uno de los impactos, que serán generados por el desarrollo de las acciones propias de la construcción de la obra proyectada, se procederá al llenado de todos los casilleros de la matriz.

III.3. Elección de los Parámetros a Evaluar

Con el objeto de realizar una mejor cuantificación de los impactos producidos por el proyecto, en todas sus etapas, se seleccionaron un conjunto de parámetros cuya determinación se considera básica para llevar adelante el estudio.

A continuación se presentan cada uno de los parámetros seleccionados.

III.3.1 Grado de neutralidad

El grado de neutralidad de una muestra se cuantifica con el pH. La lectura de pH se refiere a la concentración de iones hidrógeno activos (H^+) que se da en la interfase

líquida del suelo, por la interacción de los componentes sólidos y líquidos. La concentración de iones hidrógeno es fundamental en los procesos físicos, químicos y biológicos del suelo.

El grado de acidez o alcalinidad de un suelo es determinado por medio de un electrodo de vidrio en un contenido de humedad específico o relación de suelo-agua, y expresado en términos de la escala de pH. (Fernández et al., 2006)

Puede decirse que el pH ideal para un suelo, está entre 6 y 7, en zonas húmedas adopta valores entre 5-7 y para la zona árida 7-8.5.

El pH del suelo es uno de los principales responsables de la disponibilidad de nutrientes para las plantas, influyendo en la mayor o menor asimilación de los mismos.

Los factores principales que hacen que el suelo tenga un determinado pH son debidos a la naturaleza del material original, a las características ácidas o básicas de las rocas que lo componen.

Además, los residuos de la actividad orgánica, que son de naturaleza ácida, inciden en el pH constituyendo uno de los principales factores bióticos.

Otro factor es la capacidad complejo absorbente que depende de que el suelo se encuentre saturado con cationes de reacción básica (Ca^{++} y Mg^{++}) o de reacción ácida (H^+ o Al^{+++}). Bajo condiciones ácidas el Aluminio se encuentra soluble y en equilibrio con la solución del suelo como Al^{+++} contribuyendo a la acidez del suelo por su hidrólisis. Cuando el pH es muy ácido hay una intensa alteración de minerales y la estructura se vuelve inestable (Crosara, 2006).

Cuando el pH es alcalino, la arcilla que constituye el suelo, se dispersa, y se destruye su estructura.

III.3.2. Cromo

Es un elemento que se usa para darle un efecto de terminación metálica (cromado) a los plásticos, en caso que este elemento migre al suelo o las napas freáticas puede producir efectos tóxicos.

El cromo mayormente se encuentra en estado de oxidación 3^+ pero, los desechos industriales de cromados sin tratar, son de cromo (VI), que es altamente soluble a cualquier pH. Esta característica lo hace muy móvil en los ecosistemas, además de ser extremadamente tóxico y cancerígeno (Grupo A en categorización de EPA).

El problema de salud más común que ocurre en trabajadores expuestos al cromo involucra a las vías respiratorias. Estos efectos incluyen irritación del revestimiento del interior de la nariz, secreción nasal, y problemas para respirar (asma, tos, falta de aliento, respiración jadeante).

Los trabajadores también han desarrollado alergias a compuestos de cromo, lo que puede producir dificultad para respirar y salpullido en la piel. Las concentraciones de cromo en el aire que pueden producir estos efectos pueden ser diferentes para los diferentes tipos de compuestos de cromo. Así, estos efectos ocurren con concentraciones de cromo (VI) mucho más bajas que de cromo (III). Sin embargo, las concentraciones que causan problemas respiratorios en trabajadores son por lo menos 60 veces más altas que los niveles que se encuentran normalmente en el ambiente. En trabajadores, la inhalación de cromo (VI) es causa de cáncer del pulmón. Los estudios de poblaciones que viven en áreas con niveles altos de cromo (VI) han dado resultados mixtos

Ocasionalmente se detecta cromo en muestras de agua subterránea, agua potable o de suelo. La exposición al cromo puede ocurrir: al ingerir agua que contiene cromo o bañándose en agua que contiene cromo.

La población general tiene mayor probabilidad de exposición a niveles muy bajos de cromo en los alimentos que consumen. Los niveles bajos de cromo (III) se presentan naturalmente en una variedad de alimentos tales como frutas, hortalizas, nueces, bebidas y carnes. (ATSDR, 2012)

III.3.3. Plomo

El plomo se utiliza como pigmento en algunos plásticos y dado que es altamente tóxico se decide evaluar su eventual lixiviación.

El plomo afecta principalmente al sistema nervioso, tanto en niños como en adultos. La Organización Mundial de la Salud recomienda que la dosis máxima semanal admisible para seres humanos es 0.05 mg/ kg de peso corporal. Los efectos son los mismos, independientemente de su vía de ingreso en el organismo.

A iguales cantidades de plomo ingeridas por un niño y un adulto, la asimilación en sangre en los niños será mayor. Los niños absorben aproximadamente un 50% de la cantidad de plomo que ingieren. La exposición ocupacional prolongada de adultos al plomo ha causado alteraciones en algunas funciones del sistema nervioso, también puede producir debilidad en los dedos, las muñecas o los tobillos, llega a producir anemia. Los niveles de exposición altos pueden dañar seriamente el cerebro y los riñones adultos o en niños y causar la muerte. Algunas pinturas usadas en el pasado contienen hasta 50% de plomo. Los niños son más susceptibles que los adultos a los efectos del plomo.

“Se estima que aproximadamente 310.000 niños en EE. UU. entre 1 y 5 años de edad aun tienen niveles de plomo en la sangre de 10 µg/dL o más altos (10 µg/dL es el nivel que el Centro para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC) pretende eliminar en niños en EE. UU. para el año 2010)” (ATSDR, 2007).

III.3.4. Cinc

Los plásticos utilizan lubricantes en su formulación para mejorar el desmolde. Como ejemplos, se pueden mencionar ceras, como ozoquerita, carnauba, parafina y ácido esteárico. Asimismo, se emplean como lubricantes jabones metálicos como estearatos metálicos de plomo, cadmio, bario, calcio y cinc.

Los lubricantes internos, actúan sobre los gránulos de polímero, y los de otros aditivos, durante el proceso de transformación. Esto permite una fusión más fácil, y a menor temperatura, con un riesgo reducido de daño térmico.

El cinc ingresa al aire, al agua y al suelo como resultado tanto de procesos naturales como de actividades antrópicas. La mayor parte del cinc que ingresa al ambiente es resultado de la minería, la refinación de minerales de cinc, plomo y cadmio, la producción de acero, la incineración de carbón y de desperdicios. Estas actividades pueden aumentar los niveles de cinc en la atmósfera.

Los desagües de industrias químicas que manufacturan productos de cinc u otros metales, desagües domésticos y flujos provenientes de terrenos que contienen cinc pueden descargar cantidades importantes de dicho material a corrientes de agua.

El nivel de cinc en el suelo aumenta principalmente a causa de la disposición de residuos provenientes de industrias que manufacturan metales y de cenizas de carbón producidas por centrales de generación de energía eléctrica.

Los lodos industriales y los abonos también contribuyen al aumento de los niveles de cinc en el suelo.

En el aire, el cinc está presente principalmente en forma de partículas finas. Este polvo eventualmente se deposita sobre la tierra y el agua. La lluvia y la nieve ayudan a remover el cinc del aire. La mayor parte del cinc en lagos y ríos se deposita en el fondo. Sin embargo, una pequeña cantidad puede permanecer disuelta en el agua o suspendida en forma de partículas finas. La cantidad de cinc disuelta en el agua puede aumentar a medida que la acidez del agua aumenta. La fauna ictícola puede incorporar cinc del agua en que nadan y de los alimentos que consumen.

La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de los EEUU: ha establecido un límite de 1 mg/m^3 para vapores de cloruro de cinc y 5 mg/m^3 para óxido de cinc (vapores y polvo) en el aire del trabajo durante una jornada diaria de 8 horas, 40 horas a la semana. Esta norma significa que la concentración promedio de cloruro de cinc en el aire no debe exceder 1 mg/m^3 durante una jornada de 8 horas diarias en una semana de 40 horas. El Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos (NIOSH) también recomienda que la concentración de óxido de cinc en el aire del trabajo no exceda un promedio de 1 mg/m^3 durante un período de 10 horas en una semana de 40 horas. (ATSDR, 2012).

La exposición a grandes cantidades de cinc puede ser perjudicial. El cinc puede causar calambres estomacales y anemia, y puede alterar los niveles de colesterol.

III.3.5. Fenoles

Existen polímeros sintéticos obtenidos por la reacción de fenol con formaldehído. Las resinas sintéticas son utilizadas para fabricar placas de circuitos, adhesivos, recubrimientos, bolas de billar, en forma de baquelita, se usa en productos químicos para matar bacterias y hongos en ceno, como desinfectante y antiséptico y en preparaciones tales como enjuagadientes y pastillas para el dolor de garganta.

Estas resinas por exposición a la luz UV se descomponen liberando parte de los fenoles al ambiente. (Gardziella et al., 2013).

La EPA ha determinado que la exposición a fenol en el agua potable en concentraciones de 6 miligramos por litro (6 mg/L) durante un período de hasta 10 días no afectará la salud de un niño.

La EPA ha determinado que la exposición de por vida a 2 mg/L de fenol en el agua potable no causará efectos adversos.

Para proteger a los trabajadores, la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) ha establecido un límite de 5 partes por millón (ppm) para fenol en el aire del trabajo durante una jornada diaria de 8 horas. (ATSDR, 2008)

III.3.6 Hidrocarburos

Dado que los polímeros y copolímeros son derivados del petróleo, es muy factible que en caso que se produzca su descomposición, liberen algún tipo de hidrocarburo, por ese motivo se decidió realizar su determinación en las muestras de losetas empleando la Norma EPA 418, para incluir el más amplio espectro posible de los mismos.

En caso de percolar al suelo, los hidrocarburos desprendidos de las losetas provocan contaminación del mismo; si entran en contacto con las napas de agua también las contaminarían.

Los hidrocarburos son tóxicos para el suelo y el agua. Se evalúa la presencia tanto en el lixiviado como en el suelo en contacto con las losetas. Para conocer la lixiviación potencial de las sustancias orgánicas peligrosas, se utiliza la prueba TCLP (“Toxic Characteristics Leaching Procedure”) establecido en el método EPA 1311.

El TCLP consta de una determinación del porcentaje de sólidos en el residuo, junto a la determinación del pH, separación de sólidos de la fase líquida, reducción del tamaño de partículas de estos sólidos, separación de sustancias lixiviables del mismo mediante extracción durante 18 horas, filtración del extracto, combinación del extracto con la fase líquida original, si existiese, y preservación del extracto para su análisis por los métodos establecidos. El pH de la muestra determinará que extractante se debe utilizar. Para muestras ácidas o neutras se recomienda el uso de una disolución tampón ácido acético-acetato sódico. Para materiales básicos, se emplea una disolución de ácido acético.

III.3.7. Bioensayos de toxicidad

Bioensayo de toxicidad con semillas de lechuga (*Lactuca sativa*) es una prueba estática de toxicidad aguda. Requiere 120 horas de exposición, en el que se pueden evaluar los efectos fitotóxicos de compuestos puros o de mezclas complejas en el proceso de germinación de las semillas y en el desarrollo de las plántulas durante los primeros días de crecimiento. Como puntos finales para la evaluación de los efectos fitotóxicos, se determina la inhibición en la germinación y la inhibición en la elongación de la radícula y del hipocotíleo. La evaluación del desarrollo de la radícula y del hipocotíleo constituye indicadores representativos para determinar la capacidad de establecimiento y desarrollo de la planta. (Sobrero y Ronco, 2006)

La evaluación del efecto de la elongación de la radícula y del hipocotíleo de las plántulas permite ponderar el efecto tóxico de compuestos presentes en concentración tan baja que no son suficiente para inhibir la germinación pero si para retardar el desarrollo normal de la radícula y/o el hipocotilo. De esta forma, la inhibición de la elongación es un indicador sub-letal muy sensible para la evaluación de factores biológicos en vegetales. La comparación a través de cartas de control permite identificar si el agregado de copolímeros en el hormigón es más perjudicial

que el hormigón tradicional para el desarrollo de la flora y los efectos fitotóxicos que producen ambas situaciones (Castillo, 2004).

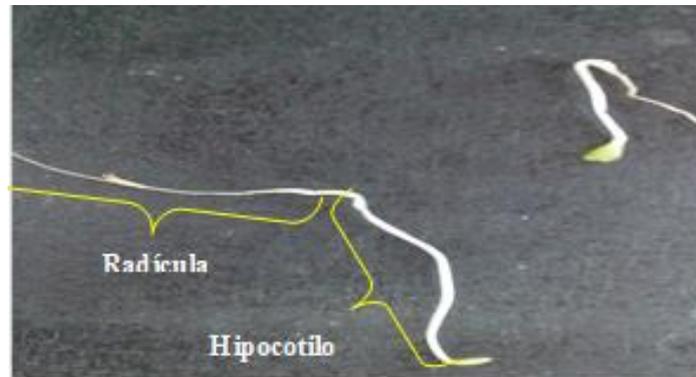


Figura N° III.2 Identificación de Hipocotilo y Radícula de la plántula (fuente propia)

Toxicidad aguda con la lombriz de tierra: Los bioensayos con lombrices son ampliamente reconocidos como prueba para evaluar la toxicidad de suelos contaminados (Dorn *et al.*, 1998); (Wilson *et al.*, 2002).

La lombriz más utilizada ha sido *Eisenia* en sus especies *foetida* y *andrei*, las cuales pertenecen a la familia *Lumbricidae*. Su principal característica morfológica es la presencia de segmentos externos e internos en su cuerpo, son hermafroditas y cuando son adultas se observa una protuberancia epidérmica denominada clitelo, en el que se forman los capullos en los cuales son depositados los huevos (Santamaría, 1996). Esta especie se desarrolla bien en pH de 5 a 7, a temperaturas de 20 a 28 °C (Kaplan *et al.* 1980).

Este ensayo incluye dos clases de pruebas toxicológicas: 1) prueba por contacto con papel filtro y 2) prueba con suelo artificial y muestras de suelo contaminado. El suelo artificial y el suelo contaminado son representativos de la exposición de la lombriz al compuesto analizado.

El presente ensayo se basa en lo descrito en “la guía 207 de la OECD para la evaluación de sustancias (OCDE, 1984) y la publicación 96-327 del Departamento de Ecología del Estado de Washington (WSDE, 1996), así como en las experiencias obtenidas a nivel laboratorio” (Cuevas *et al.*, 2006).

III.3.8 Intemperismo acelerado artificial

Se trata de la posible degradación del material plástico que se agrega a las losetas.

La capacidad de un material plástico para resistir el deterioro de y sus propiedades eléctricas, mecánicas ópticas causadas por exposición a la luz, el calor, y el agua puede ser muy importante para muchas aplicaciones. Esta práctica se pretende inducir a la propiedad cambios asociados a las condiciones de uso final, incluyendo los efectos de la luz solar, la humedad y el calor. La exposición utilizada en esta práctica no está destinada a simular el deterioro causado por fenómenos meteorológicos localizados, tales como, la contaminación atmosférica, ataque biológico, y la exposición de agua salada. (ASTM D.4329, 1999).

III.3.9. Identificación de halógenos en plásticos

La prueba de Beilstein se usa para detectar la presencia de halógenos (Cl, Br, I). Los compuestos orgánicos que contienen bromo, cloro, yodo e hidrógeno se descomponen al quemarse en presencia de óxido de cobre para producir los correspondientes halogenuros de hidrógeno. Estos gases reaccionan para formar los halogenuros cúpricos correspondientes, lo que imparte un color verde o azul-verde a la llama. La prueba es muy sensible, pero algunos compuestos nitrogenados y ácidos carboxílicos también dan positivo. Como los halogenuros cúpricos son compuestos inorgánicos volátiles, es por este motivo que si se les expone a una fuente de calor es posible observar emisión del cobre (color verde). (Marambio; 2010).

Con este ensayo se determina el tipo de polímero, si el ensayo a la llama de los plásticos utilizados es verde se trata de polímeros halogenados.



Figura N° III.3 Ensayo Beilstein: Se observa borde verde (fuente propia)

Una vez identificado la presencia de plásticos halogenados, se identificarán los mismos por IRFT.

III.3.10. Durabilidad del hormigón por ataque de sulfato de sodio

Con el objetivo de determinar la resistencia de las losetas de condiciones ambientales adversa como las bajas temperaturas, el ambiente marino entre otros, se propone evaluar la durabilidad por ataque de sulfato de sodio. Evalúa la disminución de peso por el ataque y la aparición de fisuras en la superficie de las losetas.

Las características que debe tener un hormigón para reducir el impacto del ataque de los sulfatos son garantizar la baja permeabilidad y porosidad del hormigón, y reducir la reacción que tienen los sulfatos con el aluminato tricálcico.

La severidad del ataque se incrementa en el caso de las aguas que fluyen. Así, la naturaleza y el contacto entre el sulfato y el hormigón son importantes. El ataque más intensivo tiene lugar en el hormigón que está expuesto a ciclos de mojado y secado.

El ensayo realizado según la norma IRAM 1525 aplicado a las losetas, expone a cinco ciclos de inmersión en una solución de sulfato de sodio y posterior secado a una temperatura de 140 °C. Una vez realizado se evalúa la presencia de fisuras y disminución de peso debe ser menor al 15%.

III.3.11. Métodos de ensayo aplicados en el laboratorio

La evaluación de los parámetros seleccionados llevada a cabo en el Laboratorio de Ensayos Especiales del Departamento de Ingeniería Química de la UTNFRA, se realiza desde el punto de vista ambiental. Se hacen tanto ensayos físicos, químicos como eco toxicológicos.

El análisis de las losetas solo se realiza por lixiviado, ya que lo que se evalúa es la capacidad de percolar.

Los suelos afectados por las losetas se evalúan en forma directa (EPA3050A) y por lixiviado (EPA 1310 A).

A continuación se listan las técnicas utilizadas

DETERMINACIÓN	MÉTODO
pH lixiviados	EPA 150.1
pH suelos	EPA 9045C
Extracción de Lixiviado	EPA 1310 A
Extracción suelo en forma directa	EPA 3050 ^a
Cinc	SM 3111 B Ed.21
Cromo Total	SM 3111 B Ed.21
Plomo	SM 3111 B Ed.21
Fenoles	SM 3111 B Ed.21
Hidrocarburos Totales	EPA 418.1 mod
Toxicidad aguda con lechuga <i>Lactuca Sativa</i>	Estandarización, inter-calibración, resultados y aplicaciones. IDRC, IMTA, Canadá. 202 pp
Ensayo de toxicidad aguda con la lombriz de tierra <i>Eisenia andrei</i>	Guía 207 de la OECD para la evaluación de sustancias (OCDE, 1984) y la publicación 96-327
Intemperismo Artificial de plásticos	ASTM D4329-99
Ataque por sulfato de sodio	IRAM1525

Tabla N° III.2 Métodos utilizados en los análisis realizados

CAPITULO IV MATERIALES, MÉTODOS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS

IV. 1.	Métodos químicos y ecotoxicológicos de laboratorio	62
IV. 2.	Muestreo	62
IV.2.1	Muestreo de losetas.....	62
IV.2.2.	Muestreo del Suelo	63
IV. 3.	Adecuación de las muestras.....	64
IV.3.1	Preparación del lixiviado de las losetas	64
IV.3.2	Preparación de los suelos.....	65
IV. 4.	Ensayos a realizar en las muestras.....	66
IV. 5.	Humedad del suelo	67
IV. 6.	Hidrocarburos	67
IV.6.1	Extracción de hidrocarburos por lixiviado de suelo/ loseta:.....	68
IV. 7.	Determinación de metales.....	68
IV. 8.	Fenoles.....	71
IV. 9.	Ensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga <i>Lactuca sativa L.</i> ...	73
IV. 10.	Ensayo de toxicidad aguda con lombriz de tierra.....	79
IV. 11.	Intemperismo	83
IV.11.1.	Intemperismo natural	83
IV.11.2.	Intemperismo acelerado artificial	87
IV. 12.	Ensayos físicos.....	89
IV.12.1.	Ensayo de compresión	89
IV.12.2.	Determinación de la gravedad específica	91
IV. 13.	Durabilidad por ataque de sulfato de sodio (IRAM 1525)	92
IV. 14.	Grado de neutralidad, pH.....	95
IV.14.1.	pH del suelo según EPA 9045C	95
IV.14.2	Muestras procedentes de la preparación del lixiviado de las losetas.....	97

Resumen:

En este capítulo se detallan los ensayos químicos, físicos y ecotoxicológicos realizados las técnicas tanto como los resultados obtenidos, una vez ensayados.

CAPITULO IV MATERIALES, MÉTODOS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS

IV. 1. Métodos químicos y ecotoxicológicos de laboratorio

Al evaluar las propiedades físicas del hormigón con copolímero en el Laboratorio de Investigaciones del Departamento de Ingeniería Civil de UTN-FRA, se observa que este material puede ser utilizado en modelos constructivos de mediana resistencia mecánica. Este es el caso de las losetas que son objeto de este estudio.

La evaluación de los ensayos químicos y ecotoxicológicos se realizaron en el Laboratorio de Ensayos Especiales del Departamento de Ing. Química de la UTNFRA.

A continuación, se desarrollan los métodos de muestreo en losetas y suelos, así como los métodos de análisis de los diferentes parámetros seleccionados para llevar adelante el estudio ambiental.

IV. 2. Muestreo

IV.2.1 Muestreo de losetas

Durante el año 2010 se fabricaron 187 losetas con la formulación elegida, con las que se construyó la senda peatonal. Se identificaron numerando las losetas ubicadas desde la entrada sobre la calle Zola, con la siguiente nomenclatura SP= senda peatonal, SP1 la primera loseta, SP2 la segunda, y así sucesivamente, como lo indica la Tabla N° IV.1.

El muestreo consiste en extraer losetas de los lotes producidos, cada loseta extraída se corta en 8 partes y se toma la parte interior (con el objetivo de evitar contaminación de la muestra con la herramienta de corte), para realizar los ensayos.

En el año 2013 se fabricaron especialmente losetas sin mortero para su evaluación. En julio del año 2014 se construyó una loseta compuesta por dos partes, una mitad de hormigón tradicional (M6) y la otra de hormigón con polímero (M5).

En diciembre de 2014, debido a una obra realizada, pasó una máquina topadora sobre 28 losetas, produciendo la ruptura de las mismas. Durante el mes de febrero del año

2015 se extrajeron 6 muestras de losetas, algunas sanas y otras rotas. El muestreo se realizó seleccionando una de cada diez losetas instaladas.

Año	Denominación de la muestra	Cantidad
2009	M1, M2, M3	indefinida
2010	Losetas instaladas en senda peatonal : SP	187
2011	Muestra extraída: SP160 (posición 160 numeradas desde la entrada)	1
2012	Contramuestra Senda peatonal : CSP	1
2013	M4 :muestra de loseta con polímero sin mortero	4
2014	M5 (con polímero); M6 (sin polímero)	2
2015	SP1; SP11; SP22; SP33; SP44; SP55; SP66, SP77; SP88; SP99, SP110; SP121; SP160, se extrajo la parte plástica de las losetas instaladas	13
	SP1; SP10; SP20; SP30; SP40; SP50 cortes de loseta	6

Tabla N° IV.1. Nomenclatura de las muestras de losetas

En junio de 2015 se seleccionaron 13 losetas instaladas y se les extrajo la parte plástica, para determinar su degradación.

IV.2.2. Muestreo del Suelo

Se tomaron muestras del suelo preexistente y de relleno, en los años 2011 al 2015.

La extracción fue realizada alrededor y debajo de la loseta SP160 ubicada en el punto de coordenadas, 34° 41´34.06" Latitud sur, 58°19´30.85" Longitud oeste. Se mantuvo la misma ubicación para muestreo del suelo dada la variabilidad que presentan los parámetros de análisis. La denominación de las muestras se detalla en la Tabla N° IV.2 En marzo de 2015 se incorporó al muestreo anterior, una extracción del suelo afectado debajo de la loseta rota SP160, para evaluar posible degradación de las losetas que impacten sobre el suelo. La Figura N° 5 muestra el lugar de la extracción del suelo.

Año	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO	CANTIDAD
2011	MS1: Suelo original	2
	MS2: Suelo agregado de relleno	
	MS1-2: Mezcla de suelo	
2013	MS3: Suelo expuesto a la lixiviación de la loseta SP160	2
	MS4 : Suelo antes del ensayo de degradación por UV	2
	MS5 : Suelo después del ensayo de degradación por UV	2
2015	MS6: Suelo 4/2/15 debajo loseta rota 160	2

Tabla N° IV.2. Nomenclatura de las muestras de suelo



Figura N° IV.1.Extracción de muestras de suelo

IV. 3. Adecuación de las muestras

IV.3.1 Preparación del lixiviado de las losetas

La norma EPA 3010A (1992) describe la manera de reducir una muestra. Como está pensada para suelos y/o contaminantes sólidos se debe pasar por tamices, todo lo que pasa malla 30 y retiene malla 70 de ASTM.

En este caso se realizó el corte de las losetas en 1/8 de la misma, se analizó el 1/8 del medio que no estuvo en contacto con restos del desmoldante, ni el filo de la amoladora, ni de ningún otro factor que pudiera contaminar la muestra.

El octavo separado de loseta se desgrana tratando de sacar las piedras que conforman el hormigón, de forma tal que se va a analizar el producto del hidrolizado del cemento más los copolímeros que es lo relevante en este estudio.

La muestra se homogenizó, quedando retenido entre 500 y 600 g. Se toma una alícuota de 50 g (balanza Mettler LFQ003) en un vaso de precipitados y se lleva a un litro con agua destilada (la Norma establece una proporción 1-20). La mezcla se lleva a pH 5.5 (pHmetro Cole Parmer LFQ006) con ácido acético 0.5 N que se utiliza como extractante (Esta etapa intenta imitar la sopa ácida que se genera los vertederos). La extracción se realiza durante 18 hs con agitación (Jartex LFQ057- marca Ionomex).

Se filtró por una malla de 0.8 micrones y se analiza el líquido. Se descarta el sólido retenido en la malla. Se procede de igual manera para la loseta tradicional (sin copolímero).

Mediante el análisis de la extracción por lixiviados, se puede comparar los porcentajes de materiales nocivos, que pasaron a la solución.

El resultado permitirá evidenciar la capacidad de percolar que tiene una y otra loseta.

En la Figura N° IV.2 se ve la disolución de la loseta en el equipo Jartex, la agitación durante la extracción con el ácido acético, los puntos rojos son parte plástica de la loseta.



Figura N° IV.2. Lixiviado de loseta agitándose en el Jartex

IV.3.2 Preparación de los suelos

El análisis del suelo se realizó por dos métodos en simultaneo, por lixiviado según EPA 3010A/92, y en forma directa. Las muestras de suelo se extrajeron debajo de las losetas instaladas. Se homogenizaron, dividieron en cuartos, se tomaron porciones de los distintos cuartos, hasta obtener una porción de 100 g.

Lixiviado del Suelo

Se pesó una porción de suelo de 50g a la que se le agrega 20 veces la misma porción de agua, es decir un litro de agua. Se lleva a pH 5,5 con ácido acético (dado que el pH del suelo es superior a 7,5). Se deja lixiviar durante 18 hs con agitación en el Jartex (Inomex LFQ057), como muestra la Figura N°IV.2. Transcurrido este tiempo se tamiza con malla 0,8 µm, el líquido resultante se analiza e informa como si fuera una muestra líquida. De este modo, los valores encontrados en los ensayos se expresan en mg/L. Este análisis permitirá interpretar la capacidad que presenta el suelo de percolar para los distintos elementos evaluados.

Suelo directo:

Las muestras, extraídas por cuarteo, se molieron hasta lograr una textura impalpable. Se pesa 1 g de suelo en un vaso de precipitados para realizar una digestión ácida según EPA 3050A (1992). De esta forma se extraen todos los iones presentes en el mismo, en su estado original.

IV. 4. Ensayos a realizar en las muestras

En la Tabla N° IV.3 y IV.4 se detallan los análisis realizados a cada una de las muestras extraídas. El análisis de las losetas solo se realiza por lixiviado, ya que lo que se evalúa es el riesgo de percolación. Mientras que los suelos se analizan por dos métodos, EPA3050A en forma directa y EPA 3010 por lixiviado.

Año	Denominación de la Muestra de Losetas	Ensayos	Cantidad
2009	M1=mini loseta ferrite negro, 80% v/v de copolímero agregado ,	Compresión; cromo, plomo, cinc, níquel	4
	M2=loseta con mortero ferrite amarillo,50% copolímero		4
	M3= loseta con mortero ferrite amarillo y 50% copolímero		4
2010	Losetas instaladas en senda peatonal : SP		187
2011	Muestra extraída: SP160, 34° 41´34.06" Latitud Sur y 58°19´30.85" Longitud oeste, se corta una porción para lixiviado	pH, cromo, plomo, cinc, níquel, fenol, HC totales	1/20
2012	Contramuestra Senda peatonal, loseta subdividida en 8 partes para su análisis = CSP	Compresión; pH, cromo, plomo, cinc, níquel, fenol, HC totales; ataque por Na ₂ SO ₄ , gravedad específica, toxicidad aguda en semillas de lechuga	2
2013	M4 :muestra de loseta sin mortero	Compresión; metales, HC; pH; ataque por Na ₂ SO ₄	4
	M5 (con polímero); M6 (sin polímero)		4
	SP1; SP11; SP22; SP33; SP44; SP55; SP66, SP77; SP88; SP99, SP110; SP121; SP160		
	SP1; SP10; SP20; SP30; SP40; SP50	pH, cromo, plomo, cinc, níquel, fenol	6

Tabla N° IV.3. Análisis realizados a las muestras extraídas de losetas

Año	Descripción de la muestra de suelo	Parámetros	Cantidad
2011	MS1. Suelo original extraído 12/06/2011	pH, cromo, plomo, cinc, níquel, fenol, HC totales, arsénico	2
	MS2:suelo agregado extraído 12/06/2011		
2012	MS1.2: Mezcla de suelos original y de relleno de la posición 34° 41' 34.06" Latitud sur y 58°19'30.85" Longitud oeste, debajo loseta SP160	pH, cromo, plomo, cinc, níquel, fenol, HC totales	1
2013	MS3: suelo expuesto a loseta SP160	pH, cromo, plomo, cinc, níquel, fenol, HC totales ,	2
	MS4 : Suelo, al final del camino, antes del ensayo de degradación por UV		2
	MS5 : Suelo, al final del camino, después del ensayo de degradación por UV	2	
2015	MS6: Suelo 4/2/15 debajo loseta rota 160	pH, cromo, plomo, cinc, níquel, fenol, HC totales	2
	MS.SP1=debajo loseta1 ^a		
	MS.SP20		
	Macetas realizadas en 2014 con y sin polímero (se repitió tres veces el ensayo)	Ensayo de toxicidad a lombrices de tierra	6

Tabla N° IV.4. Análisis realizados a las muestras extraídas de suelos

IV. 5. Humedad del suelo

Es necesaria la determinación de la humedad para evaluar los resultados del suelo analizado en forma directa, en función del peso seco, que es como está reglamentado.

Se pesaron 10 g y se secó en estufa a 104°C por dos horas (Estufa Dalvo LFQ023). Posteriormente se colocó en un desecador, dejándose enfriar hasta peso constante.

Muestras de suelo	MS1	MS2	MS1.2	MS3	MS4	MS5	MS6
Humedad%	6.0	5,7	5,5	10,2	4,9	1.3	6,4

Tabla N° IV.5. Humedad en suelos

IV. 6. Hidrocarburos

Se realiza según lo establecido en el Decreto Reglamentario 831/93 de la Ley 24051 de Residuos Peligrosos, la extracción de hidrocarburos de muestras sólidas se lleva a cabo según Test Methods for Evaluating Solid Waste - EPA SW 846 (1980) y la medición según EPA 418.1. Se complementó con el manual del equipo IR para la determinación de Hidrocarburos marca HORIBA, modelo. OCMA 220 N° de serie 312004.

Se pesaron 10 g de suelo, recientemente extraído, en desecador con tapa esmerilada. Se mezcla el suelo con 1g de sulfato de sodio, hasta que el sólido tenga color homogéneo. Se agregan 50ml de tetracloruro de carbono, se introduce un buzo magnético se tapa. Se agita por 30 min y deja sedimentar. Se filtra con papel de filtro whatman 40, al cual se le agregó 2g de sílica gel (activada por 2 horas a 200°C y enfriada), se recoge en un envase con tapa. Una vez realizado esto, se analiza la muestra con el equipo IR marca Horiba modelo OCMA 220, serie 312004, LFQ007. La sílica gel en polvo, cumple la función de retener las grasas de origen animal o vegetal del extracto realizado.

IV.6.1 Extracción de hidrocarburos por lixiviado de suelo/ loseta:

Se mide con una probeta 1000 ml el lixiviado y se coloca en una ampolla de decantación, a la que se agregaron unas gotas de naranja de metilo, se acidifica con ácido clorhídrico al 25% v/v hasta viraje al rosa. Luego se agrega 50 ml de tetracloruro de carbono y se agita por 15min. Filtrar con papel whatman 40, agregándose 2g de sílica gel activada (a 200°C) al papel de filtro y se recoge en un erlenmeyer con tapa. La extracción se realizó de igual manera para los dos lixiviados, tanto el suelo como la loseta. Algunas muestras se enviaron a un laboratorio externo para confirmar los datos.

Los resultados obtenidos se detallan en la Tabla N° IV.6:

Lixiviados losetas EPA3010A	M1	M2	M3	CSP	CPS160	CSP	M4
Hidrocarburos EPA 418.1 mg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Lixiviados Suelos EPA3010A	MS1	MS2	MS3	MS4	MS5	MS6	MS7
Hidrocarburos EPA 418.1mg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Tabla N° IV.6. Hidrocarburos

En ningún caso se encontró hidrocarburos.

IV. 7. Determinación de metales

El análisis para determinar la presencia de metales, se realizó por absorción atómica en el Laboratorio de Ensayos Especiales del Dto. De Ing. Química de la UTN-FRA¹.

¹ Este laboratorio realiza anualmente interlaboratorios a través del INTI con lo cual se garantiza la confiabilidad de los resultados

La metodología utilizada es la detallada en el Standard Methods N°3111-B (AHPA, 2005).

Se digirieron 200ml de lixiviado y 1g de suelo respectivamente, con ácido nítrico-clorhídrico hasta la eliminación de vapores pardos en placa caliente a 75 °C. En caso de muestras de alto contenido orgánico se agregaron de a 2 ml y hasta 10ml como máximo de peróxido de hidrógeno al 30% en peso, esto ayuda a la eliminación de la materia orgánica. Se agrega peróxido de hidrógeno hasta que el color de la solución permanezca constante, el líquido debe ser transparente. Evaporar hasta siruposo y redissolver con ácido nítrico calidad suprapur 3 % de volumen final y transferir haciendo muchos lavados con poca agua destilada. Se lleva a volumen en un matraz aforado de 50ml, en caso de haber sílice precipitada se filtra por whatman 40.



Figura N° IV.3. Equipo de absorción atómica

Se prepara el blanco de reactivos, los patrones trazables al Nist y alguna muestra de concentración conocida, todos preparados en iguales condiciones que las muestras a ser analizadas. Al realizar las muestras por adición de estándar se tuvo la seguridad de los resultados, ya que la matriz de los patrones fue la misma que la de las muestras. Se coloca en cuatro vasos de precipitados igual cantidad de muestra, ya sea lixiviado o suelo.

A tres vasos se le agrega distintas proporciones del patrón en concentración tal que el valor esperado de la muestra este entre los valores elegidos. El cuarto vaso es el que

solo contiene la muestra y reactivos. Se llevan todas las digestiones a igual volumen final. Una vez que están preparadas las soluciones a medir, se prende el equipo de Absorción Atómica, se enciende la lámpara del metal a determinar, pasar en primer lugar el blanco de reactivo, los patrones en orden creciente de concentración y por último las muestras.

Para la determinación de cromo se toma una porción de la 1º digestión y se trata con ácido perclórico hasta desaparición de humos blancos, agregar 1,5 ml de nítrico y llevar a volumen. En este caso se realiza un blanco aparte, se realiza al mismo tiempo la digestión de las muestras con agregado de patrón para realizar la curva, se continúa de la misma forma que en los casos anteriormente descriptos. La figura N° IV.3. muestra el equipo de absorción atómica (Marca Pekín Elmer Modelo: Analyst 300 LFQ008), el cual dispone de una torreta para 6 lámparas de los diversos elementos. A las muestras ya digeridas se les midieron Cr, Pb, Zn y Ni. Los resultados obtenidos se informan en la Tabla N° IV.7.

Lixiviado según EPA3010A	Concentración en mg/L de Lixiviado			
	Cromo SM3111B Ed.21	Plomo SM3111B Ed.21	Cinc SM3111B Ed.21	Níquel SM 3111 B Ed.21
<i>Niveles Guía De Calidad De Agua Para Irrigación (TABLA 5 del Decreto 831)</i>	<i>0,1</i>	<i>0,2</i>	<i>2</i>	<i>0,2</i>
M1: Loseta ferrito negro	<0,02	0,1	0,06	0,04
M2: 50% de agregado de Copolímero	<0,02	0,03	0,05	0,03
M3: 50% de agregado de Copolímero	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
SP160: Loseta 6/2011 mortero amarillo	0,02	0,07	0,02	<0,02
CSP: Contramuestra Loseta senda peatonal 6/2012 con mortero amarillo	<0,02	0,02	0,04	<0,02
M4: Loseta con copolímero sin mortero, extraída 07/2013	<0,02	<0,02	0,44	<0,02
M5: Loseta 2014 mortero amarillo con copolímero	0,03	0,11	0,08	<0,02
M6: Loseta 2014 sin copolímero y mortero amarillo	0,07	0,12	0,14	<0,02
SP1: Loseta N°1 entrada 4/02/ 15	<0,02	0,06	0,44	<0,02
SP10 Loseta N° 10 desde la entrada 4/02/ 15	<0,02	0,09	0,4	<0,02
SP20: Loseta N° 20 desde la entrada de la calle 4/02/ 15	<0,02	0,06	0,09	<0,02
SP30 : Loseta N° 30 desde la entrada	<0,02	0,05	0,12	<0,02
SP40: Loseta N° 40 desde la entrada 4/02/ 15	<0,02	0,07	0,09	<0,02
SP50: Loseta N° 50 desde la entrada 4/02/ 15	<0,02	0,07	0,47	<0,02
SP160: Loseta rota extraída	0,02	0,07	0,3	<0,02
CSP: Loseta irradiada por luz UV durante 120 días	0,11	0,09	0,49	< 0,02

Tabla N° IV.7. Resultados en mg/L de metales en el lixiviado de losetas con polímero y sin polímero.

Todos los resultados de los análisis dieron valores por debajo de los límites establecidos en la reglamentación vigente.

Suelos, Lixiviado según EPA3010A	Concentración en mg/L de Lixiviado			
	Cromo	Plomo	Cinc	Níquel
	SM 3111B Ed.21	SM 3111B Ed.21	SM 311B Ed.21	SM 3111B Ed.21
MS1 : Suelo original 11/6/11	< 0.02	0.99	0,99	0.06
MS2: Suelo agregado 2012	< 0.02	0,61	0.212	<0.02
MS1.2: Suelo 2012 debajo de loseta SP160	<0,02	0,45	0,88	<0.02
MS3: Suelo 2013 debajo de loseta	< 0.02	0,32	0,29	< 0.02
MS4: Suelo antes de la exposición con rayos UV 12/11/13	0,11	0,45	0,55	0,02
MS5: Suelo después de la exposición con rayos UV	0.11	0.44	0.50	<0,02
MS6: Suelo 2015 debajo loseta rota SP160	0.131	1,26	<0,03	<0.02
MS.SP1: Suelo debajo loseta SP1	<0,02	0,42	0,87	<0,02
Análisis de suelos en forma directa, EPA 3050 ^a	Concentración en mg/kg seco			
	Cromo	Plomo	Cinc	Níquel
Niveles guía, para suelo uso residencial. (Tabla 9 Decreto 831-93 en mg/kg peso seco)	8	500	500	100
MS1: Suelo original 10/6/11	< 0,5	22,9	23	1,4
MS2: Suelo agregado 10/6/11	0,66	13,4	4,7	< 0,5
MS1.2: Suelo 2012	< 0,5	17,5	20,2	< 0,5
MS3: Suelo 2013	0,4	6,48	6,4	0,4
MS4 suelo antes de la exposición con rayos UV 12/11/13, directo	5,48	22.4	27,4	< 0,4
MS5: Suelo directo atacado con rayos UV por tres meses	5,63	22,1	24,94	< 0,4
MS6 : Suelo 2015 debajo loseta rota SP160	6,58	13,8	62,96	< 0,4

Tabla N° IV.8. Resultados de metales en suelo, por lixiviado y en forma directa

IV. 8. Fenoles

Se miden 300ml de lixiviado o se pesan 10g de suelo un balón de destilación. Se agregan 5 gotas de rojo de metilo inmediatamente ácido fosfórico 1-4 hasta que la solución tome color rojo y se adiciona un gramo de sulfato de cobre. Se emplea un equipo para la destilación como muestra la Figura N° IV.4. Se debe unir el balón al refrigerante colocando el bulbo del termómetro (Marca Fite, LFQ223) en la salida del destilado, se enciende el manto calefactor (Marca Hach LFQ75) y se recoge el destilado en agua levemente acidulada.



Figura N° IV.4. Aparato de destilación

El destilado se coloca en una ampolla de decantación de 500ml, a la cual se le agregan 5ml de buffer pH 10, una bolsa de reactivo fenol 1, más una de fenol 2. Se procede a agitar vigorosamente, luego se agrega 30 ml de cloroformo P. A. Es necesario tener en cuenta, que durante la mezcla se generan gases, por lo que se debe eliminar el exceso. Para ello en posición invertida se abre el robinete y se transfiere la fase orgánica a una cubeta de 2 cm de paso óptico y se mide a 460 nm en espectrofotómetro. Realizar un blanco de reactivos en paralelo, para corregir el color aportado por ellos

Con la técnica anterior se destilaron 15 muestras de diferentes producciones de losetas. Se determinó luego el desarrollo de color por la reacción con la 4 aminoantipirina que determina los fenoles sustituidos en posición orto y meta. En ningún caso se detectó fenol por dicho método, cuyo límite de detección es menor a 0,002 mg/L.

El lixiviado de una muestra de loseta extraída durante el año 2009 se guardó por 5 años a pH 5,5, para evaluar los posibles cambios en la lixiviación con el tiempo. No se detectaron cambios significativos en los parámetros evaluados.

IV. 9. Ensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga *Lactuca sativa L*

El bioensayo de toxicidad con semillas de lechuga (*Lactuca sativa L*) es una prueba estática de toxicidad aguda con la que se pueden evaluar los efectos fitotóxicos de compuestos puros o de mezclas complejas durante el proceso de germinación de las semillas y en el desarrollo de las plántulas durante los primeros días de crecimiento. Como puntos finales para la evaluación de los efectos fitotóxicos, se determina la inhibición en la germinación y la inhibición en la elongación de la radícula y del hipocotilo.

A diferencia de la prueba tradicional de germinación de semillas, la evaluación del efecto en la elongación de la radícula y del hipocotilo de las plántulas permite ponderar el efecto tóxico de compuestos solubles presentes en niveles de concentración tan bajos que no son suficientes para inhibir la germinación, pero que sin embargo pueden retardar o inhibir completamente los procesos de elongación de la radícula o del hipocotilo, dependiendo ello del modo y sitio de acción del compuesto. De esta manera, la inhibición en la elongación de la radícula e hipocotilo constituyen indicadores subletales muy sensibles para la evaluación de efectos biológicos en vegetales, aportando información complementaria a la proporcionada al estudiar el efecto en la germinación. (Castillo, 2004)

El papel de filtro que se seleccione como sustrato de germinación debe tener las siguientes características: trama amplia y porosa que asegure una buena capacidad de retención de líquido; resistencia de la fibra del papel para que las radículas crezcan por su superficie sin atravesarlo, situación que dificultaría la remoción de las plántulas sin dañarlas; ausencia de residuos tóxicos (por ejemplo, blanqueadores); y que no promueva el desarrollo de hongos (no asociados a las semillas).

Para este ensayo los organismos de prueba que se usan son semillas de lechuga de la especie *Lactuca sativa L*, variedad mantecosa. La obtención de las semillas de lechuga se realizó en la escuela Agraria N°1 de Quilmes, se procuró que las semillas estuvieran sin curar (sin fungicidas o plaguicidas), con buen poder germinativo y baja variabilidad en la elongación de la radícula e hipocotilo.

Para verificar la viabilidad de las semillas, en cada prueba es recomendable verificar que cada lote nuevo de semillas que se utilice tenga un porcentaje de germinación

superior al 90%, sincronización en la germinación y baja variabilidad de la elongación de la radícula e hipocotilo (coeficiente de variación < 30%).

Es necesario además caracterizar las condiciones de germinación del lote de semillas, evaluando la respuesta frente a la luz, fotoblastismo positivo o negativo: (Las semillas son fotoblásticas positivas cuando requieren luz para germinar y fotoblásticas negativas cuando no es necesaria la presencia de luz) y la temperatura óptima de germinación.

Con el fin de reducir la variabilidad en los resultados, para el caso de semillas no seleccionadas y que presenten gran heterogeneidad en el tamaño, es conveniente realizar una selección previa descartando las fracciones de mayor y menor tamaño y utilizando solamente la fracción más numerosa y de tamaño intermedio. La fracción de menor tamaño puede presentar un alto porcentaje de semillas vanas, mientras que las semillas de mayor tamaño pueden ser más vigorosas, variando la sensibilidad frente a los compuestos tóxicos. Si no es posible obtener lotes de semillas con poder germinativo igual o mayor al 90%, se debe aumentar el número de semillas por caja para obtener un número mínimo de 18 semillas germinadas.

Para reducir la variabilidad de los resultados se optó por pasar las semillas por una serie de tamices y utilizar la malla que retuvo mayor cantidad, que en este caso fue la malla 30 de ASTM.

Las semillas seleccionadas se almacenaron a 4° C, en oscuridad y en ambiente seco. Conservadas en estas condiciones mantienen su vigor al menos durante 2 años. Un indicador de la reducción de la vitalidad y envejecimiento de las semillas es la reducción en el poder germinativo y el aumento en la variabilidad de las medidas de elongación de radícula e hipocotilo en el control negativo.

Procedimiento del ensayo

Para realizar una curva dosis respuesta se prepararon 5 diluciones de la muestra a estudiar de manera de obtener valores de toxicidad intermedios entre el 100 y 0%. Para las muestras ambientales se recomienda el uso de un factor de dilución de 0,3 o 0,5 para la preparación de la serie de diferentes concentraciones. El usó un factor de 0,3 que permite evaluar la toxicidad considerando el intervalo entre el 100% y 1% de

la muestra realizando 5 diluciones (100, 30, 10, 3 y 1%). Para la preparación de cada dilución se utiliza agua dura reconstituida APHA92 (para su preparación se utilizan reactivos grado ACS y agua destilada en dispositivo de vidrio), realizando el control negativo con el agua de dilución empleada.

Para el caso de las muestras cuya toxicidad es desconocida, previo a la realización de la prueba definitiva, se debe hacer una prueba exploratoria (ensayo preliminar) utilizando diluciones logarítmicas (100, 10, 1, 0,1, 0.01) que permitan establecer el intervalo de concentración conveniente para obtener valores de efecto entre 100 y 0%, necesarios para calcular la CI50. En este caso se usó sulfato de cinc como tóxico de referencia. En una concentración de 0,00005 M de sulfato de cinc se empieza a detectar efectos de inhibición en el normal crecimiento, si bien las semillas germinan, el desarrollo de las plántulas, es un 58% inferior al blanco (Billard *et al*, 2004)

Se hicieron 5 soluciones de concentraciones mayores a 0,00005 M de sulfato de cinc, con el objeto de realizar una curva de inhibición que permita verificar el comportamiento de las semillas.

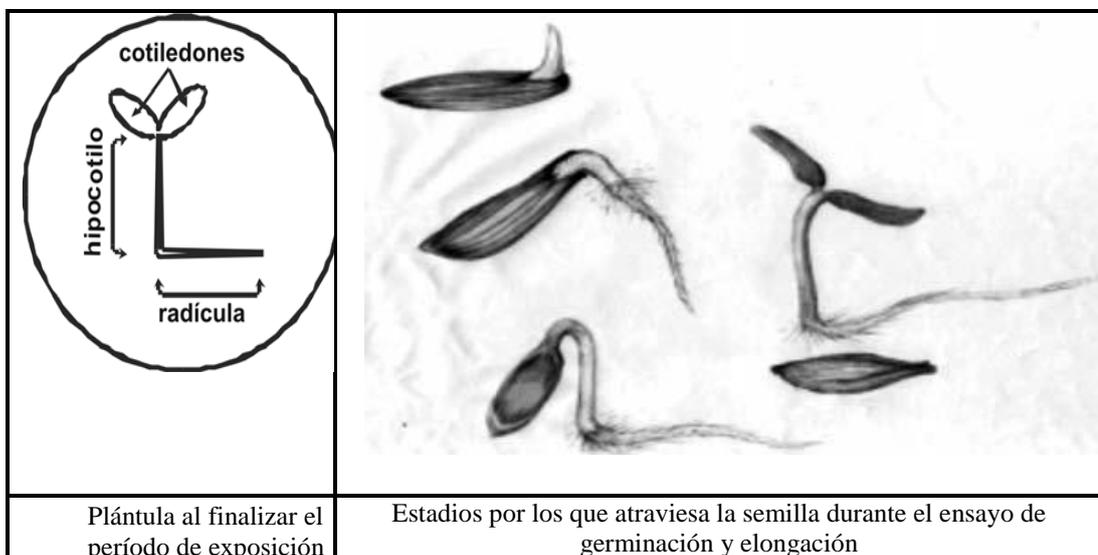


Figura N° IV.5. Esquema de desarrollo de las semillas (Castillo, 2004)

Las concentraciones de las disoluciones ensayadas para las losetas fueron 0,1%, 1%, 3%, 10% y 100%. Se ensayaron losetas fabricadas en los 2012/2013/2014. Se prepararon 11 cajas de Petri con 20 semillas cada una y 4ml total de solución, para cada año ensayado. Las cajas de Petri, así preparadas, se dejan 120 hs a 20+/- 2 °C.

Es importante establecer cuáles son los valores de elongación del control negativo (blanco: agua APHA). La sensibilidad de las semillas frente al tóxico de referencia (control positivo), se informa mediante cartas de control para evaluar el crecimiento en los controles negativos (promedio $\pm 3\sigma$ de la elongación de la radícula) y de la sensibilidad frente a compuesto tóxico de referencia (promedio $\pm 3\sigma$ CE50 para el Zn^{+2}).

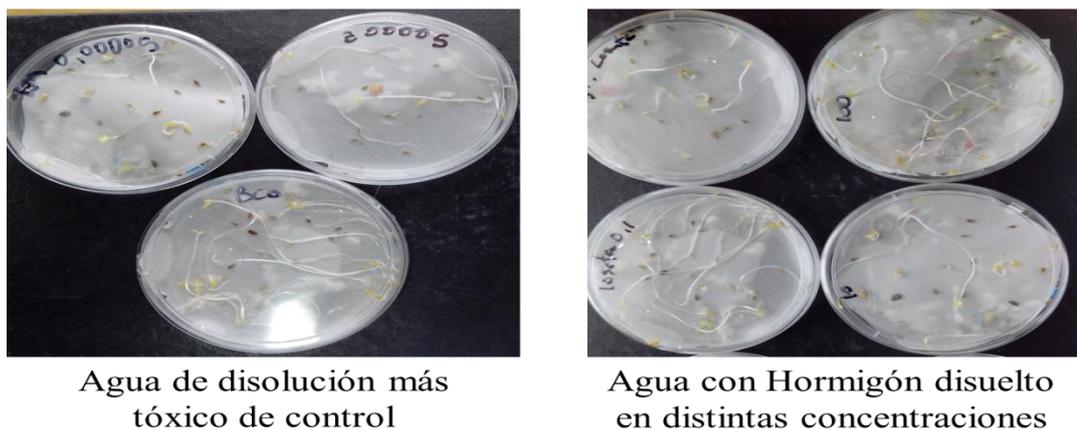


Figura N° IV.6. Plántulas desarrolladas después de 120 hs (fuente propia)

Tanto el tóxico testigo, el blanco como la disolución de las losetas, se evaluaron al mismo tiempo, realizando el ensayo por lote de losetas. La manera de medir la radícula y el hipocotilo está representada en la Figura N°IV.5. Se midieron 200 plántulas desarrolladas, transcurridas las 120 hs (Figura N° IV.6), por lote. Para medir la radícula y el hipocotilo, se utilizó un calibre, dado que las plántulas son muy frágiles se congelaron para medirlas mejor. De este modo se detuvo el crecimiento, llegado el caso de no poder medir todas en el día.

Expresión de los resultados:

- Promedio y desviación estándar de la elongación de la radícula y del hipocotilo de las plántulas de cada repetición.
- Porcentaje de inhibición del crecimiento de la radícula y del hipocotilo con el promedio de elongación para cada dilución respecto del promedio de elongación del control negativo (blanco).
- Porcentaje de inhibición en la germinación.

Con los datos anteriores, se elabora la gráfica dosis-respuesta, colocando en ordenadas el porcentaje de inhibición y en abscisas la concentración de la disolución utilizada (gráfica y Tabla N° IV.11).

Mediante un método gráfico, se calculó la concentración que produce el 50% de inhibición (CI50/CE50) para cada punto final evaluado. Para el caso de muestras en donde la inhibición es inferior al 50%, o para determinar el valor correspondiente al NOEC (es la concentración más alta de tóxico de las empleadas en un bioensayo que no causa un efecto estadísticamente significativo en la población estudiada para una exposición determinada al ser comparado con el control) o LOEC (es la concentración más baja de tóxico de las empleadas en un bioensayo que causa un efecto estadísticamente significativo como, mortalidad, alteraciones de la reproducción, inhibición del desarrollo, en la población estudiada para una exposición determinada de tiempo; al ser comparado su efecto con el control) se realizó el análisis de comparación de medias para verificar la significancia estadística en el porcentaje de efecto. Se realizó un blanco con el agua de dilución, que se toma como objetivo de crecimiento. La carta control Figura N° IV.7, muestra el desarrollo de la radícula, de la misma manera se hizo con el hipocotilo del blanco y todas las semillas ensayadas. El resto de las cartas realizadas para todas las mediciones está en los protocolos en la sección anexos.

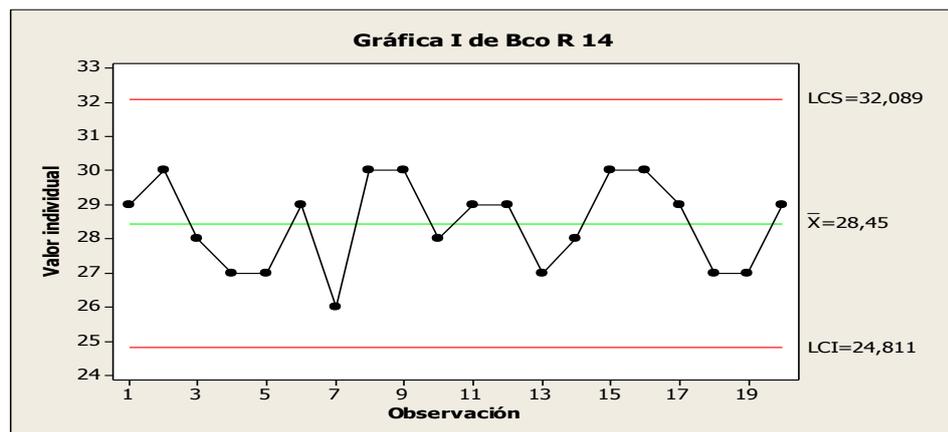


Figura N° IV.7. Carta control de la elongación de la radícula del ensayo negativo (blanco agua de dilución)

Variable	N cantidad de semillas	Media	Desvío Estándar	Valor Mínimo	Mediana	Q3	Valor Máximo	Moda
Blanco 2014 Elongación de la raíz	20	28,45	1,276	26	29	29,75	30	29

Tabla N° IV.9. Estadísticas descriptivas de la elongación de la raíz en el ensayo negativo (blanco)

Curva Toxicidad ZnSO ₄		
Molaridad	Radícula	Hipocotilo
0,1	100%	100%
0,001	99%	100%
0,0005	97%	97%
0,00025	90%	87%
0,00005	40%	58%

Tabla N° IV.10. Inhibición provocada por la toxicidad ZnSO₄ sobre el crecimiento de la radícula e hipocotilo

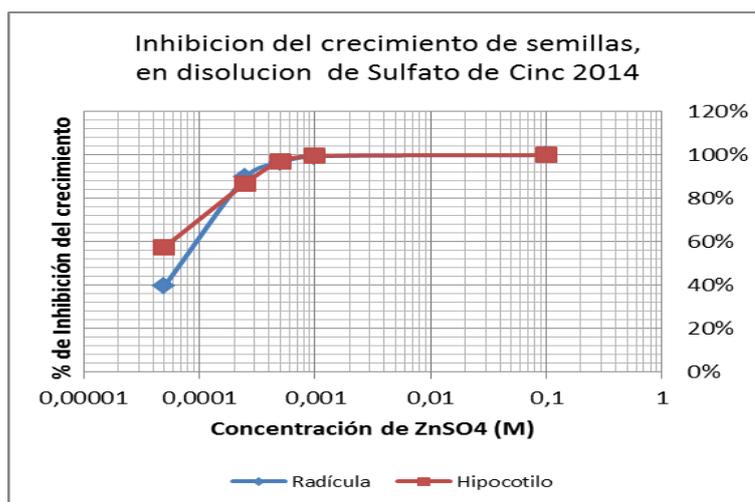


Figura N° IV.8. Inhibición del desarrollo de las semillas en disolución de losetas

La curva de inhibición del crecimiento realizada con disolución de la loseta tradicional, sin copolímero, fue evaluada a 0,1%, 1%, 3%, 10% y 100%. La mayor inhibición se produce con un agregado del 100% de la disolución de la loseta tradicional, dando un 50% para la radícula y 49 % para el hipocotilo. Se desecha el valor correspondiente al 3% de inhibición en el crecimiento de la radícula y el hipocotilo en la curva de la disolución de la loseta tradicional. Las medidas realizadas sobre la radícula y el hipocotilo indican que el desarrollo tiene una dispersión superior al 30%, valor admitido para el ensayo.

La loseta con agregado de copolímero, para el 100% de concentración, dio 37% para la radícula y 20% en el hipocotilo como muestra la Tabla N°IV.11. Los valores de inhibición producidos por la loseta tradicional son mayores en un 13% para la radícula y un 29% para el hipocotilo respecto a la disolución de loseta con copolímero.

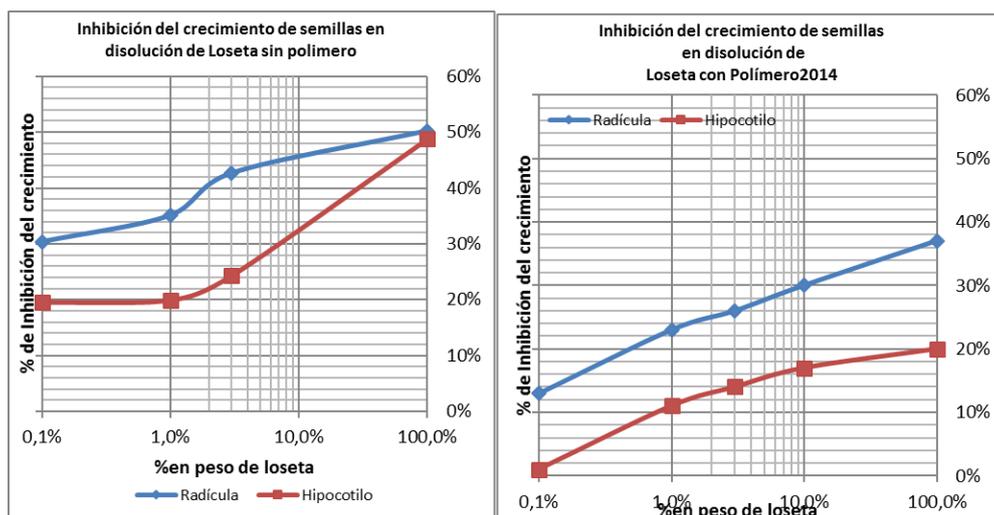


Figura N° IV.9. Inhibición del crecimiento de la radícula producido por las losetas, expresado en forma porcentual.

Curva de Toxicidad de Loseta sin copolímero 2014			Curva de Toxicidad de Loseta con polímero 2014		
Inhibición del crecimiento	Radícula	Hipocotilo	Inhibición del crecimiento	Radícula	Hipocotilo
0,1%	30%	19%	0,1%	13%	1%
1%	35%	20%	1%	23%	11%
3%	43%	24%	3%	26%	14%
10%	30%	19%	10%	30%	17%
100%	50%	49%	100%	37%	20%

Tabla N° IV.11. Inhibición del crecimiento de la radícula e hipocotilo producido por las losetas expresado en forma porcentual.

IV. 10. Ensayo de toxicidad aguda con lombriz de tierra

Los bioensayos con lombrices son ampliamente reconocidos como prueba para evaluar la toxicidad de los suelos contaminados (Dorn, 1998).

La lombriz más utilizada, para este tipo de ensayo, ha sido *Eisenia* en sus especies *foetida* y *andrei*, las cuales pertenecen a la familia *Lumbricidae*. Estas especies de lombriz son exógenas, pero de amplia distribución, fácil manejo y cultivo. Su principal característica morfológica es la presencia de segmentos externos e internos en su cuerpo, son hermafroditas y cuando son adultas se observa una protuberancia epidérmica denominada clitelo, en el que se forman los capullos en los cuales son depositados los huevos (Santamaría, 1996). Esta especie se desarrolla bien en pH de 5 a 7 y a temperaturas de 20 a 28 °C (Kaplan, 1980).

El presente ensayo se basa en la guía 207 de la OECD para la evaluación de sustancias y la publicación 96-327 del Departamento de Ecología del Estado de Washington (Washington State Department of Ecology, 1996).

La especie lombriz que se utilizó para llevar adelante el estudio de toxicidad aguda es *Eisenia andrei* porque su desarrollo y reproducción es mayor. Este ensayo incluye dos clases de pruebas toxicológicas: 1) prueba por contacto con papel filtro y 2) prueba con suelo artificial y muestras de suelo contaminado.

Control

Para la realización del control se empleó el mismo suelo que se usó para la muestra, al que se ajustó la humedad de la misma forma en que se procedió para la muestra. Se realizan 3 réplicas, cada una de 250 g. Se adicionan 15 lombrices libres de alimento, 5 en cada frasco. Para lo cual, las lombrices se colocan en un contenedor de vidrio cubierto con papel filtro humedecido con agua APHA 92, durante 3 horas. Las lombrices se lavaron, se secaron y pesaron antes de colocarlas en los frascos de control.

	Cantidad especies vivas			pH original = 7,55 pH final	Variación de pH	Lombrices		Aumento de peso	Aumento de peso en%
	Inicial	7 días	15 días			Peso inicial	Peso final		
Frasco 1	5	7	10	7,60	-0,05	3,0422	5,9850	2,9428	97%
Frasco 2	5	8	11	7,55	0,00	3,0984	6,1350	3,0366	98%
Frasco 3	5	6	9	7,65	-0,10	2,8050	6,0076	3,2026	114%

Tabla N° IV.12. Valores de control del suelo utilizado

Dado que en este caso lo que se evalúa es la contaminación del suelo debida al recipiente, se realiza una adaptación de la prueba con un suelo libre de contaminantes, que permitió un normal desarrollo de las lombrices, como se observa en Tabla N° IV.12.

Desarrollo del ensayo

Se tamizaron 2,2 kg de suelo con malla 10 ASTM, se les analizó la humedad y el pH inicial siendo los resultados 35% y 7,55 respectivamente. Las lombrices seleccionadas se dejaron en la incubadora (Technique LFQ023) 3 hs en frasco sin tierra sobre un papel mojado con 4 ml de agua APHA92 para purgarlas.

En la primera replica se lavaron, secaron y pesaron 10 lombrices. Cinco lombrices que pesaron 2,3595 g se colocaron en una maceta de hormigón tradicional, las otras cinco con un peso de 3,1889g se ubicaron en una maceta de hormigón con agregado de copolímero. Se colocaron las macetas fabricadas de forma tradicional y con agregado de copolímeros en la incubadora regulada a 20 +/- 2°C. Dentro de cada una de ellas se agregó 1 kg del suelo antes tamizado, con un agregado de agua de tal manera que mantengan un 40 % de humedad. Se logró mantener la humedad, colocando una mecha en la descarga de cada maceta, a su vez las mechas de ambas macetas se sumergieron en agua APHA.

Transcurridos 7 días se tamizó la tierra de ambas macetas y se contabilizó la cantidad de lombrices. Había 5 en la maceta de hormigón tradicional y 8 en la maceta de hormigón con copolímero.

A los 15 días se tamizó nuevamente el suelo, en la maceta de hormigón tradicional había 7 lombrices vivas y una muerta, el peso de las lombrices vivas fue de 2,2699 g, por lo tanto, hubo una disminución del peso a pesar de haber dos lombrices más. El suelo luego del ensayo tiene un pH = 8,0.

En la maceta de hormigón con agregado de copolímeros se encontraron 13 lombrices vivas que pesaron 6,1909 g. Además de haberse duplicado la cantidad de lombrices respecto de la cantidad original, también se duplicó el peso. El pH del suelo final fue pH= 7,60

Se realizó un duplicado del ensayo en iguales condiciones para verificar la repetitividad del mismo. Inicialmente el pH de la tierra utilizada es de 7,60. La cantidad de lombrices es de 5 en cada maceta, el peso inicial de las lombrices de la maceta de hormigón con polímero es 2,8324 g y el de las lombrices de la maceta de hormigón tradicional es 2,5595 g. Luego de siete días en la maceta con polímeros, hay 7 lombrices vivas y en la maceta tradicional hay 4 lombrices vivas. Al finalizar el ensayo, después de quince días, en la maceta de hormigón con polímero hay 9 lombrices vivas que pesaron 3,8841g. En la maceta de hormigón tradicional hay dos lombrices vivas que pesaron 0,6657g. Luego se analiza el pH del suelo (Ref. 423 Std. Methods). Macetas de prueba, tradicional y con copolímero, tierra con las lombrices dentro de las macetas.

El suelo procedente de la maceta con agregado de copolímero pH=7,65/7,66/ 7,762.

El suelo procedente de la maceta tradicional pH = 8,35/8,48/ 8,49.



Figura N° IV.10. Muestra de las macetas con las lombrices y las lombrices purgadas antes de ser introducidas en las mismas.

	Cantidad especies vivas			pH original 7,55	variación de pH	Lombrices		Aumento de peso	Aumento de peso
	Inicial	7 días	15 días	pH final		Peso inicial	Peso final		
Maceta con polímero 1^a	5	8	13	7,65	-0,10	2,8324	3,8841	1,0517	37%
Maceta con polímero 2^a	5	7	9	7,60	-0,05	3,1889	6,1909	3,002	94%
Maceta Tradicional 1^o	5	5	7	8,35	-0,80	2,5595	0,6657	-1,8938	-74%
Maceta Tradicional 2^o	5	4	2	8,00	-0,45	2,3595	2,2699	-0,0896	-4%

Tabla N° IV.13. Resumen de resultados de ensayo toxicidad aguda de la lombriz de tierra

² Se informan 3 valores de pH según lo requiere el Ref. 423 Std. Methods

IV. 11. Intemperismo

IV.11.1. Intemperismo natural

La capacidad de un material plástico para resistir el deterioro de sus propiedades eléctricas, mecánicas y ópticas causadas por exposición a la luz, el calor, y el agua puede ser determinante para muchas aplicaciones. Este ensayo pretende inducir los cambios en las propiedades asociados a las condiciones de uso, incluyendo los efectos de la luz solar, la humedad y el calor.

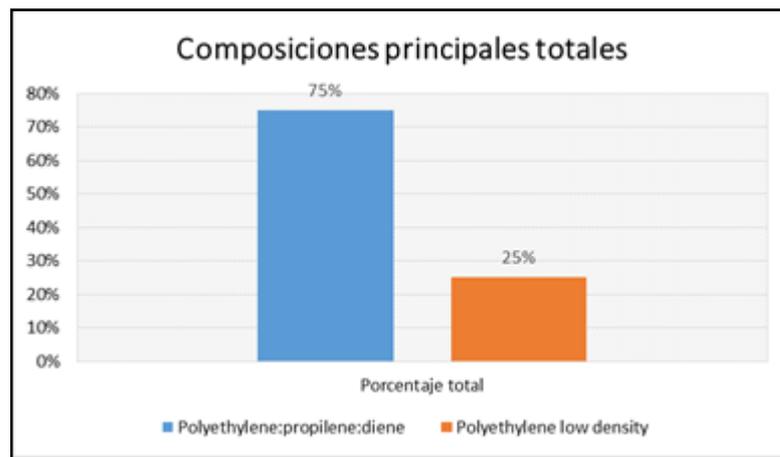


Figura N° IV.11. Relación de composición de componentes plásticos en las losetas

Se extrajeron muestras de los componentes plásticos de 13 losetas instaladas en el predio de la UTN-FRA. A las losetas que en su composición tienen más de un componente plástico, se les extrajo muestras de todas las variedades presentes.

Las losetas expuestas a la intemperie, seleccionadas para el análisis fueron, la 1ª loseta junto a la puerta y cada 11 losetas se extrajo una muestra. Las primeras losetas y hasta la posición 55 se realizaron con copolímero rojo. Las losetas de la posición 66 a la 160 están construidas con mezcla de copolímero rojo, blanco y algo de verde. De la posición 161 en adelante se construyeron con copolímero blanco.

Se realizó una espectroscopia infrarroja por transformadas de Fourier (IR-FT) para la determinación de la oxidación de las muestras. Se utilizó un espectrofotómetro IR FT (marca Nicolet modelo 5S-FT IR, LFQ262), se realizaron 25 barridos a una resolución de 4 cm^{-1} , y se realizó el cálculo de los índices de carbonilos midiendo la altura de la banda de oxidación a 1714 cm^{-1} con respecto a una banda estable en 728 cm^{-1} . La

composición de los plásticos hallada sin exponer a la radiación es en un 75% propileno y 25 % polietileno de baja densidad como muestra la Figura N° IV.11.

Análisis plásticos presentes en losetas			
Punto N°	Color de plástico	Componente principal según IR	
		%	Nombre
P99	Rojo	92,37%	Polyethylene:propilene:Diene
	Blanco	94,83%	Polyethylene:propilene:Diene
SP66	Rojo	91,58%	Polyethylene:propilene:Diene
	Transparente	91,44%	Polyethylene low density
SP	Blanco	94,13%	Polyethylene:propilene:diene
SP33	Rojo	91,61%	Polyethylene:propilene:diene
	Transparente	90,23%	Polyethylene:propilene:diene
SP77	Blanco	95,03%	Polyethylene:propilene:diene
SP22	Rojo	94,34%	Polyethylene:propilene:diene
	Transparente	83,01%	Polyethylene low density
SP121	Verde	83,74%	Polyethylene low density
	Transparente	92,04%	Polyethylene:propilene:diene
	Blanco	92,53%	Polyethylene:propilene:diene
SP44	Rojo	93,15%	Polyethylene:propilene:diene
SP55	Rojo	79,66%	Polyethylene low density
SP11	Rojo	94,18%	Polyethylene:propilene:diene
SP110	Blanco	80,20%	Polyethylene low density
SP160	Rojo	92,18%	Polyethylene:propilene:diene
	Blanco	94,49%	Polyethylene:propilene:diene
	Transparente	92,12%	Polyethylene:propilene:diene
Total de plásticos analizados por color	Cantidad de plásticos blancos analizados:		6
	Cantidad de plásticos rojos analizados:		8
	Cantidad de plásticos transparentes analizados:		5
	Cantidad de plásticos verdes analizados:		1
Total de plásticos analizados			20

Tabla N° IV.14. Análisis de plásticos composición por loseta ensayada

La Tabla N° IV.14 muestra el resultado de los análisis por IR-FT de la composición hallada luego de 4 años de exposición a las condiciones ambientales. Se midieron todos los plásticos extraídos y se identificó en la primera etapa para cada loseta el color de sus componentes.

Descripción por color	Composición de los plásticos	Cantidad	Porcentaje
Blanco	Polyethylene:propilene:diene	5	83%
	Polyethylene low density	1	17%
Rojo	Polyethylene:propilene:diene	7	88%
	Polyethylene low density	1	13%
Transparente	Polyethylene:propilene:diene	3	60%

	Polyethylene low density	2	40%
Verde	Polyethylene:propilene:diene	0	0%
	Polyethylene low density	1	100%
Composición de la totalidad de plásticos analizados		Cantidad total	Porcentaje total
Polyethylene:propilene:diene		15	75%
Polyethylene low density		5	25%

Tabla N° IV.15. Composición de los plásticos, por color

En una segunda etapa de tratamiento de los datos obtenidos, se evaluó la composición de los plásticos según el color, lo que quedó reflejado en la Figura N° IV.12.

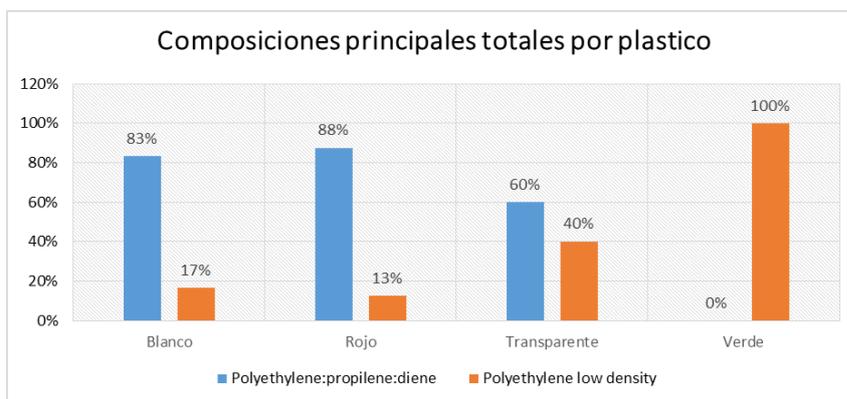
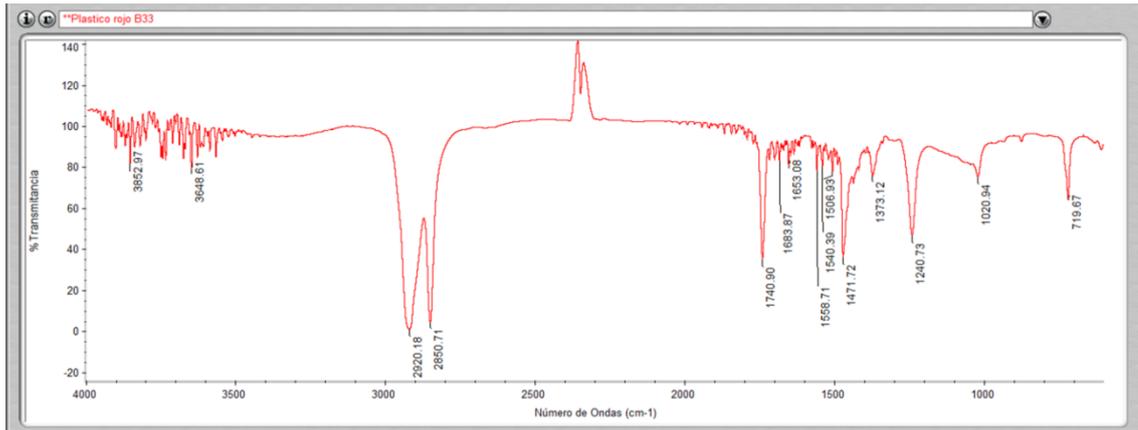


Figura N° IV.12. Gráfico de barras de la composición de los plásticos por color

Los datos fueron extraídos de los espectros resultantes de las corridas antes descritas. Se muestra solo un espectro a modo de ejemplo, el de la loseta en la posición 33 respecto de la 1ª denominada SP33. En el anexo del protocolo N° 8141-I/15 constan los espectros de todos los análisis realizados. Para evitar interferencia se restan los espectros generados por los plásticos vírgenes a los expuestos al sol y la intemperie por tres y cuatro años, tal como se muestra la Figura N° IV.13.

La Figura N° IV.13 corresponde a un espectro del plástico rojo de la loseta SP33, irradiada por el sol desde 2011 al 2015. El espectro del plástico original en la parte superior está medido en transmitancia, cuando se realizó la resta de espectros, en primer lugar, se igualaron las líneas de base, en el paso siguiente se convierten los dos espectros a la observación en absorbancia y cuando están en igualdad de condiciones se restan los mismos. El resultado de dicha sustracción es la curva inferior en rojo.



Espectro original plástico rojo= SP33

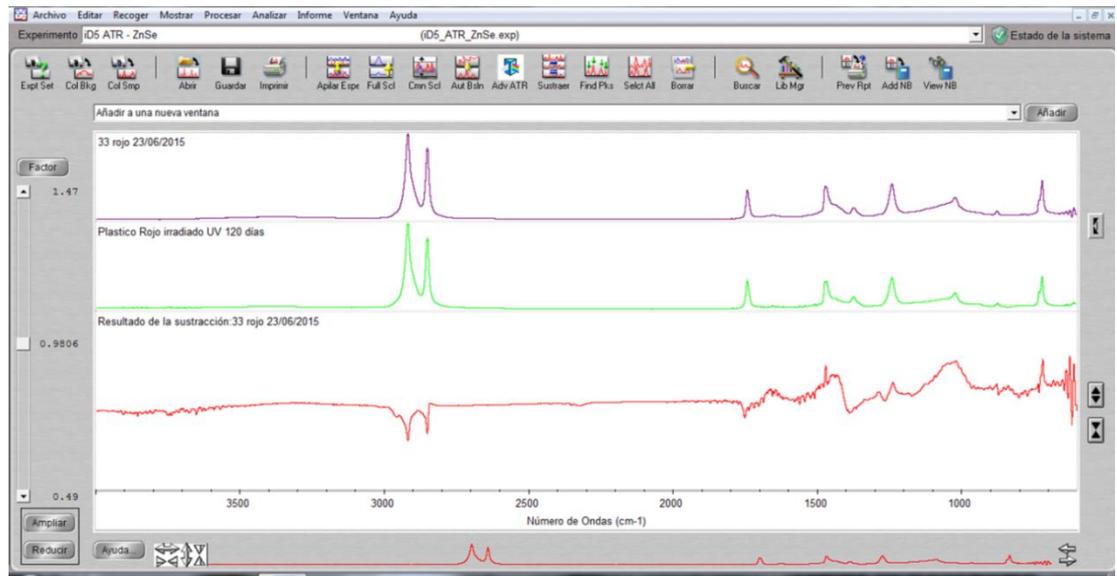


Figura N° IV.13. Espectro corregido de la identificación del plástico rojo, extraído de loseta SP33

No se observa presencia de carbonilos, no hay oxidación y no se produjo degradación en este período de tiempo. Este resultado se repite en las 20 muestras extraídas. No existen picos característicos de absorción de la región de los carbonilos (1800 cm^{-1} a 1600 cm^{-1}) por lo que no existe indicios de formación de compuestos oxidados. Tampoco existen picos ubicados a los 3554 cm^{-1} y 3410 cm^{-1} por lo que se comprueba la ausencia de hidroperóxidos.

IV.11.2. Intemperismo acelerado artificial

La ASTM y la ASTM G154-00 (1999) describen las condiciones para evaluar la capacidad de un material plástico para resistir el deterioro de sus propiedades eléctricas, mecánicas, ópticas causadas por exposición a la luz, el calor y la humedad.

La posible degradación es acelerada, de manera artificial, por acción de una lámpara UVA -340nm, en una cabina de flujo laminar cerrada. La norma no establece tiempos ni cantidad de ciclos de exposición, lo que está claro es que hay que tratar la muestra de la misma forma que un plástico testigo de igual composición.

Se expuso a la radiación UV a las losetas de hormigón con copolímero rodeadas de suelo original, las muestras se dejaron dentro de un desecador. Paralelamente se expuso un trozo de copolímero para evaluar si se afecta la superficie.

Se dejaron durante 120 días, una vez transcurrido el tiempo se extrajeron los gases por medio de una bomba, reteniéndose los gases en una ampolla de carbón activado, para su análisis.

Se observa al microscopio la textura del plástico antes y después de la exposición. La aparición de grupos carbonilo en la molécula de plástico expuesto a la radiación UV indica oxidación y consecuente degradación del material. Se realiza una espectroscopia infrarroja por transformadas de Fourier (FTIR) para la determinación de oxidación de las muestras. La loseta expuesta está compuesta por plásticos rojos (Figura N°IV.14).



Figura N° IV.14. Loseta expuesta a la luz UVA por 120 días

Los espectros obtenidos de la exposición de las losetas en la cabina de flujo laminar son los determinantes respecto a la degradabilidad, debido a la característica intensiva del ensayo. Cada espectro es obtenido a partir de la sustracción del plástico original sin exponer a la radiación y el plástico expuesto a la radiación UVA. El espectro identificado, muestra presencia de esteres, lo que implica que se produjo la oxidación del material plástico de la contra muestra (Figura N° IV.15).

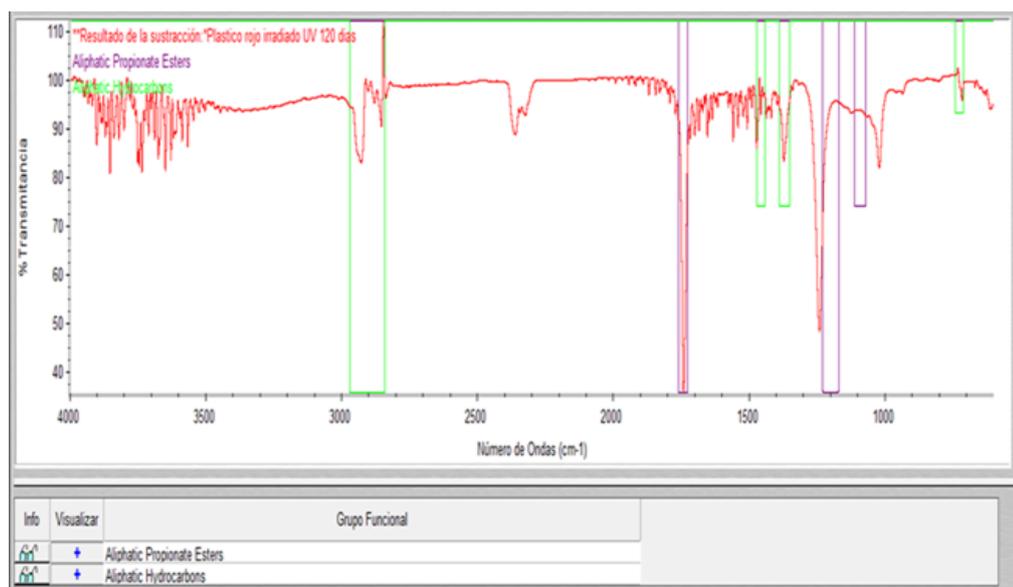


Figura N° IV.15. Espectro resultante de la sustracción de plástico rojo virgen respecto de CSP irradiado por 120 días, con lámpara UVA

La foto-degradación es un fenómeno superficial. Durante la exposición a radiación UVA, ésta degrada las capas exteriores del material penetrando hacia el interior conforme avanza el proceso de envejecimiento.

Es así que, para una misma muestra, los espectros por reflectancia total atenuada (HATR) muestran mayor generación de compuestos oxidados en la superficie expuesta directamente a la radiación que en la posterior. Como lo indica la ley de Grothus-Draper, sólo la energía que es absorbida por una molécula puede efectivamente producir procesos foto-físicos o foto-químicos como la disociación de enlaces (Rabek, 1995). La contra-muestra de la producción de 2012 (CSP) que se expuso en la cabina de flujo laminar de radiación UVA, se colocó dentro de un desecador con tapa, con el robinete cerrado el día 13/11/13 y de retiró el 14/04/14. Se extrajo el aire del interior del desecador luego de 146 días. La extracción se realiza con un muestreador de gases (marca: Airchek Sampler modelo 224-PCxR8), y se

recoge en una ampolla SKC N° 3458209045226-01. El carbón activado retiene los gases que pasan por la ampolla. Se regula el equipo con un caudal 0,5 L/min, se extrae durante 20 minutos. El volumen del desecador es de 9,03 litros.

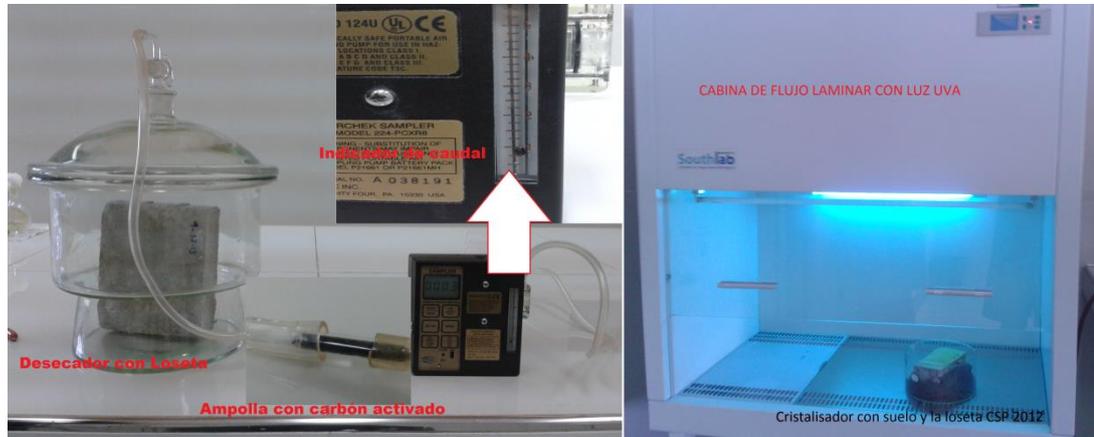


Figura N° IV.16., Bomba extractora de gases. Loseta CSP, expuesta a la fuente de rayos UVA (fuente propia)

En la Figura N° IV.16 a la izquierda arriba, se observa la loseta expuesta dentro de un desecador para acumular los gases que se liberen producto de la oxidación. Estos se recogieron con la bomba que se ve conectada al desecador y se fijaron en una ampolla de carbón activado que está ampliada a la derecha. Abajo a la izquierda se observa la loseta expuesta a la radiación directa insertada en el suelo original para evaluar la posterior afectación. El análisis de los gases no pudo realizarse debido a que no existen en nuestro país equipos que puedan medir volúmenes tan pequeños como 9 L.

IV. 12. Ensayos físicos

Los ensayos realizados sobre las muestras M1, M2 y M3 se llevaron a cabo en el Laboratorio de Investigaciones del Departamento de Ingeniería Civil de la UTN-FRA y tuvieron objetivo determinar si las losetas tenían la resistencia necesaria para el uso al que están destinadas.

IV.12.1. Ensayo de compresión

En los ensayos realizados se utilizó como aglomerante cemento Portland compuesto, de tipo cpc-40 (Cemento portland compuesto; resistencia mínima a 28 días, 40 N/mm²

o 408 kg/cm^2) de acuerdo a la Norma (IRAM 50000, 2000). La Figura N°IV.17 muestra el equipo en el que se realizaron las determinaciones de compresión de las losetas ensayadas.



Figura N° IV.17. Equipo de Ensayo de Compresión

El cemento seleccionado para la elaboración de las losetas, tiene una composición que incluye, además del clinker (mínimo 65%) adiciones minerales. Se tuvo en cuenta para su selección que presenta algunas ventajas en cuanto al comportamiento reológico de la mezcla en estado fresco, requiere una menor cantidad de agua y consecuentemente una menor relación agua - cemento (a/c).

Se llevaron a cabo estudios en noviembre 2009, con proporciones de a/c crecientes, con probetas de mortero adicionadas con polímero en una proporción cercana al 35% en volumen. La resistencia a la máxima compresión informada fue mayor a 5,1 MPa, para una relación de a/c de 0,60. Los modelos constructivos empleados en estos ensayos tuvieron un agregado de gruesos de trituración de la fracción 6 a 12 mm. Su elección se debió a su potencial influencia en la adherencia de la pasta cementicia y en consecuencia en la resistencia final del material terminado (García, 2010).

Los valores de resistencia a la compresión aceptables según el código ACI de la construcción (American Concrete Institute), en la norma ACI 318 es para concreto clase I de 35 MPa y para la clase II 28MPa. Los valores informados en el trabajo de García et al (2010) son bajos, en la mayoría de los casos de baja resistencia. Se ha probado que es debido a manipulación, curado y ensayo inapropiado. Estos valores bajos pueden deberse a que no hayan sido bien compactados durante el moldeo, o a

una adición de agua en exceso al cemento en la mezcla; o a demoras en el moldeo de las losetas. El elevado contenido de aire incorporado, también puede ser la causa de la baja resistencia. Las losetas que se instalaron en el acceso a la UTN-FRA, se realizaron con una relación de agua cemento de 0.52 y una proporción en peso cemento copolímero del 50%. Estas losetas, fueron realizadas teniendo presente todas estas condiciones antes dichas, los valores de resistencia a la compresión se estabilizaron alrededor de 28MPa para las losetas con agregado de copolímero. Se determina que el concreto obtenido es de clase II según ACI 301. Esta clase de concreto es útil para una gran variedad de actividades. El concreto obtenido sin agregados de copolímero es de clase I, lo que es lógico; el copolímero al ser agregado deja más espacios intersticiales que si no se compactan lo suficiente pueden generar espacios de aire que debilitan la estructura.

Resistencia a la compresión ASTM C39, Ensayo a 28 días de curado en probetas individuales			
Muestra	Valores en MPa		Promedio
	Nº1	Nº2	
M1	24,9	26,5	25,2
M3	25,4	24,2	26,2
SP160	25,9	28,1	28
CSP	24,3	24,1	24,5
CSP UV	20	22	21
M4	29	29,4	29,2
M5	28,6	29,1	28,8
M6	42,9	43,1	42,6

Tabla Nº IV.16. Resistencia a la compresión según ASTM C39

Las losetas ensayadas para degradabilidad por radiación UV, se les realizó un ensayo posterior de la resistencia a la compresión (valor resaltado en Tabla Nº IV.16) la disminución fue muy baja, puede deberse a que por la temperatura a la que fue expuesta la loseta, parte del copolímero pudo retraerse, reducir su volumen generado pequeños intersticios de aire que hace bajar la resistencia a la compresión.

IV.12.2. Determinación de la gravedad específica

La gravedad específica se realizó de acuerdo a ASTM C 128. Según dicha norma los valores aceptables para el hormigón clase II deben hallarse en el intervalo 1800-2200 kg/m³, mientras que para el hormigón clase I debe hallarse entre 2200- 2400 kg/m³. Como puede observarse en la Tabla Nº IV.17, la gravedad específica fue aumentando desde la muestra M1 a la muestra M6.

La muestra M1 no cumple con el valor mínimo aceptable para clase II, el resto de las muestras entra en la clasificación de hormigón clase II. En la Figura N° IV.18 queda claro la diferencia de densidad entre un hormigón tradicional y el con agregado de copolímero.

Gravedad específica ASTM-C128	
Muestra	kg/m ³
M1	1766
M3	1950
SP160	1990
CSP	2009
CSP UV	2100
M4	2160
M5	2880
M6	4260

Tabla N° IV.17. Gravedad específica según ASTM C128

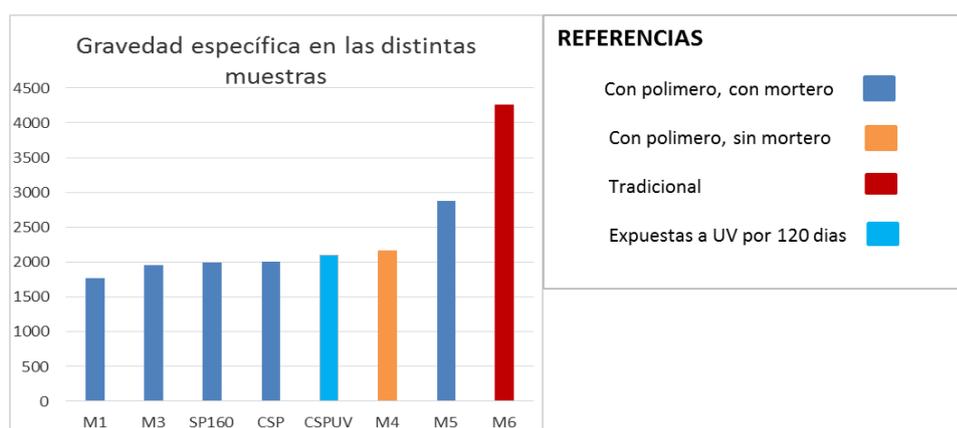


Figura N° IV.18. Variación de la gravedad específica para las diferentes composiciones

Su composición, elaboración, colocación y compactación serán tales que el hormigón endurecido tenga una estructura cerrada y masa compacta, libre de vacíos macroscópicos.

IV. 13. Durabilidad por ataque de sulfato de sodio (IRAM 1525)

La acción de los sulfatos se produce sobre el hidróxido de calcio y fundamentalmente sobre el aluminato de calcio y el ferro aluminato tetra cálcico. El ataque del sulfato se manifiesta con una exudación de apariencia blanquecina y agrietamiento progresivo

que reduce al hormigón a un estado quebradizo. La acción del sulfato de calcio es relativamente simple, ataca al aluminato tricálcico y en menor medida al ferro aluminato tetra cálcico, produciendo sulfo aluminato tricálcico (etringita) e hidróxido de calcio (portlandita).

La acción del sulfato de sodio es doble, reacciona primero con el hidróxido de calcio generado durante la hidratación del cemento, formando sulfato de calcio e hidróxido de sodio. A su vez el sulfato de calcio ataca al aluminato tricálcico formando etringita.

La acción del sulfato de magnesio es la que produce un mayor daño, en cuanto actúa sobre las fases de la pasta de cemento, como son los silicatos cálcicos, mediante una serie de acciones complejas que modifican el pH de las pastas de cemento.

El ataque por sulfatos es uno de los más peligrosos para el concreto, el agente agresivo comienza por atacar los granos de clinker hidratados, la pasta de cemento sufre cierta expansión, se torna blanda y por último se agrieta.

De los cuatro compuestos del cemento Portland (aluminato tricálcico, aluminato tetra cálcico, silicato bicálcico y silicato tricálcico) el más vulnerable es el aluminato tricálcico ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaO}$). Este compuesto reacciona con el sulfato de calcio (CaSO_4) más 32 moléculas de agua ($32 \text{H}_2\text{O}$) formándose un sulfo-aluminato cálcico $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 23 \text{H}_2\text{O}$ (González, 1991).

El American Concrete Institute define la durabilidad del concreto de cemento Portland, como (ACI 201- 2R- 2001): “La habilidad para resistir la acción del intemperismo, al ataque químico, la abrasión, o cualquier otro proceso o condición de servicio de las estructuras, que produzca deterioro del concreto.” De esta manera se entiende que la durabilidad no depende únicamente de la elaboración del concreto sino del medio al que este se exponga. (González, 1991)

La norma específica que el descenso acumulativo de peso después del ensayo debe ser menor al 15%, y la probeta además la probeta no debe presentar fisuras. Debido a la exposición de las losetas a la temperatura de 140°C los componentes plásticos de las losetas se contrajeron y al mismo tiempo se produjo una adhesión mayor a la superficie intersticial de copolímero- hormigón.

Descripción del ensayo

La solución saturada de sulfato de sodio, se preparó disolviendo 350g de sulfato de sodio anhidro p.a. se llevó a un litro con agua destilada, se dejó a $21 \pm 1^\circ\text{C}$ por 48hs antes de usar. La densidad de la solución resultante debe estar entre 1,151 y 1,174 g/L. Si la solución se enturbia hay que filtrar antes de usar. Se lavó y secó 1/8 de loseta y se dejó durante 4 hs a $140 \pm 5^\circ\text{C}$ y se pesó hasta masa constante. Se sumergió en un recipiente la muestra seca de loseta, donde quedó totalmente cubierta por solución de sulfato de sodio, el nivel debe superar 1,5 cm la superficie de la loseta, se tapó el recipiente con el fin de evitar la evaporación, y colocó en incubadora a $21 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 17 ± 1 hs.

Al retirar del recipiente de la inmersión, la loseta se dejó escurrir durante 15 minutos ± 5 y colocó en estufa a $140 \pm 5^\circ\text{C}$ (Dalvo LFQ025) por un lapso de 2 a 4 hs. Se dejó enfriar en resguardo de la humedad y se pesó. El secado se repitió hasta peso constante. Se considera peso constante cuando la pérdida de masa es menor que 0,1g/100g de muestra. Se repitió el proceso de inmersión y secado durante 5 ciclos completos.

Terminado el ciclo final la muestra, se lavó hasta eliminar el sulfato de sodio. Se comprobó la eliminación, agregando unas gotas de cloruro de bario a una porción del agua de enjuague. La presencia de sulfatos se evidencia por la formación de turbidez que indica la presencia de sulfato. El lavado se realiza mediante un chorro de agua a 43°C sobre las muestras contenidas en el canasto. Una vez eliminado el sulfato, se secó la muestra a 110°C hasta peso constante.

Este ensayo permite la determinación cuantitativa en % de material retenido del total de la muestra ensayada, analizando las partículas que hayan sufrido deterioro como fisuras, desmenuzado, rotura o escamado.

La disminución de masa en % en peso no debe superar el 15%, el material no debe presentar fisuras, según recomienda la Norma IRAM 1525.

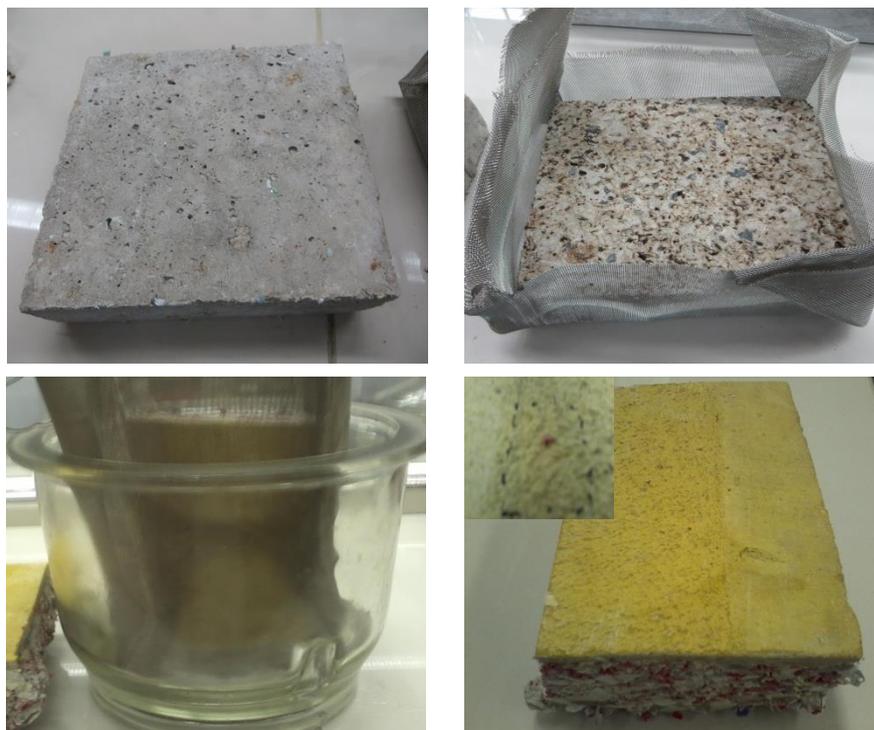


Figura N° IV.19. Vista del dispositivo contenedor de la loseta en el ataque con Na_2SO_4 , vista de la superficie, atacada y sin atacar del mortero, vista ampliada de la superficie atacada en el mortero.

La Figura N° IV.19 muestra la superficie de hormigón atacada por el efecto del sulfato. Las partes oscuras son los copolímeros que al exponerlos a 140°C en 5 ciclos provocó la contracción de volumen de los copolímeros, pero no perdió adherencia. La superficie no presenta fisuras. Los resultados de las muestras ensayadas se detallan en la Tabla N° IV.18.

Muestras	M2	M3	SP160	CSP	M4	M5	M6
IRAM1525							
Pérdida de peso en %	12,30	9,10	4,10	4,40	8,50	2,70	3,10

Tabla N° IV.18. Valores obtenidos de durabilidad por ataque con sulfato de sodio

IV. 14. Grado de neutralidad, pH

IV.14.1. pH del suelo según EPA 9045C

Debido a que el pH del suelo es medido en una matriz acuosa como agua o una solución de sales diluidas, es dependiente del grado de dilución (relación suelo-dilución). Cuando se mide en agua es importante controlar el agua adicionada, ya que un aumento causará un incremento en pH; por ello es necesario mantener la relación constante y tan baja como sea posible. Sin embargo, la solución sobrenadante puede no ser suficiente para sumergir el electrodo apropiadamente, sin causar mucho estrés cuando se inserta dentro del suelo. Los suelos con alta cantidad de materia orgánica

tienden a formar una gruesa pasta seca, por lo que una relación menor de muestra de suelo en agua pueden ser aceptables relaciones tales como 1:5 o 1:10. Las muestras de suelo fueron extraídas debajo de loseta SP160

Categoría	Valor de pH
Fuertemente ácido	< 5.0
Moderadamente ácido	5.1 - 6.5
Neutro	6.6 - 7.3
Medianamente alcalino	7.4 - 8.5
Fuertemente alcalino	8.5

Tabla N° IV.19. Criterios de evaluación de un suelo con respecto a su pH (NOM-021-RECNAT-2000).

El pH del suelo es según la clasificación: medianamente alcalino. Luego de cuatro años de contacto con las losetas, con agregado de copolímeros, es prácticamente igual al del suelo original. Como se detalla en la siguiente Tabla N° IV.20.

Año	Descripción de la muestra de suelo	pH EPA 9045 C
2011	MS1. Suelo original extraído 10/06/2011	8,15 8,2 8,2
	MS2:suelo agregado extraído 10/06/2011	7,92 7,97 7,99
2012	MS1.2: Mezcla de suelos original y de relleno de la posición debajo loseta SP160	8,05 8,13 8,25
2013	MS3: suelo expuesto a loseta SP160	8,32 8,35 8,49
	MS4 : Suelo antes del ensayo de degradación por UV	7,82 7,84 7,80
	MS5 : Suelo después del ensayo de degradación por UV	7,67 7,64 7,66
2015	MS6 suelo 4/2/15 debajo loseta rota 160 Latitud 34°41'46,7 sur/ long.58°19'36,3oeste	7,88 8,15 8,19
	MS.SP1= Debajo loseta1 ^a	8,14 8,18 8,2
	MS.SP20= Debajo loseta20 ^a	8,07 8,17 8,38

Tabla N° IV.20. Valores de pH de suelos

IV14.2 Muestras procedentes de la preparación del lixiviado de las losetas

El pH fuertemente básico del hormigón (aproximadamente 12,5) conduce a la formación de un "film protector" sobre las armaduras y, en estas condiciones se dice que el acero está "pasivado"; aún en presencia de oxígeno y humedad, no se oxida. (ICPA, 2000)

La carbonatación es el proceso por el cual el hormigón de recubrimiento pierde la alcalinidad que mantiene protegida la armadura. Se produce, desde el exterior al interior. Las posibilidades de difusión de la carbonatación están en relación al tiempo y a la profundidad. El espesor del recubrimiento incide en la acción de estas variables.

Por lo tanto, un hormigón puede presentar varios niveles de penetración de la carbonatación que estaría relacionado con la calidad del hormigón en cuestión.

El mecanismo por el cual se produce es la reacción del dióxido de carbono la atmósfera con las sustancias alcalinas de la solución de los poros y con los componentes hidratados del hormigón. Esto genera un descenso del pH hormigón por debajo de un valor crítico situado alrededor de $\text{pH}=9,5$. A partir de dicho valor no se puede garantizar la protección de la armadura.

La carbonatación es el proceso por el cual la alcalinidad de un hormigón se ve afectada por los efectos de las reacciones causadas por atmósferas contaminadas con anhídrido carbónico desprotegiendo a la armadura. Se trata de un caso especial de ataque ácido.

Las armaduras están protegidas frente a riesgos de oxidación por el recubrimiento y por la presencia del hidróxido de calcio; en esta situación el pH es de 12 o 13.

Al lixiviado preparador, se mide el pH de las soluciones obtenidas según EPA9045c.

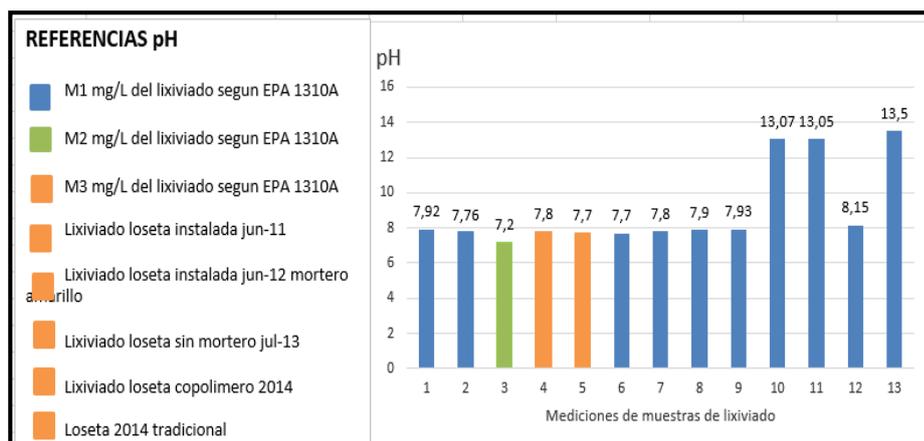


Figura N° IV.20. Histograma de variación del pH de lixiviados de losetas.

Los datos del histograma fueron extraídos de la tabla IV.21.

Año	Denominación de la muestra de losetas Lixiviadas según EPA1310A	pH: EPA 150
2009	M1=mini loseta ferrite negro,80% v/v de copolímero agregado.	7,84
	M2=loseta con mortero ferrite amarillo,50% copolímero	7,2
	M3= loseta con mortero ferrite amarillo y 50% copolímero	7,7
2011	Muestra extraída: SP160, 34° 41'34.06" Latitud Sur y 58°19'30.85" longitud oeste, se corta una porción para lixiviado	7,8
2012	Contramuestra senda peatonal, loseta subdividida en 8 partes para su análisis = CSP	7,9
2013	M4 :muestra de loseta con copolímero, sin mortero	13,1
2014	M5 (con polímero);	8,15
	M6 (sin polímero) loseta de hormigón tradicional	13,5
2015	SP1	8,12
	SP10	8,2
	SP20	8,0
	SP30	8,0
	SP40	8,1
	SP50	8,2

Tabla N° IV.21. pH de lixiviados de losetas

Se promediaron los valores de pH para una fácil interpretación, ya que la norma pide los tres valores medidos. El primero luego de 20 minutos de realizar la primera disolución y el segundo agregando el doble del agua agregada inicialmente agitar y medir al mismo tiempo y el tercero se agrega nuevamente agua y registra el pH, con este método se estima la posible liberación de iones H^+ a las aguas circundantes.

CAPÍTULO V - ESTUDIO DEL CASO

V.1.	Introducción.....	100
V.2.	Localización del proyecto.....	100
V.3.	Determinación de línea de base ambiental.....	103
V3.1.	Componentes valiosos del ecosistema.....	103
V.4.	Descripción de los modelos constructivos.....	111
V.5.	Caracterización e instalación de los modelos constructivos.....	113
V.6.	Scoping.....	115
V.7.	Relación entre la implementación del sendero de losetas y los planes de uso del suelo.....	116
V.8.	Identificación de impactos en la fase obra.....	116
V.9.	Identificación de impactos fase funcionamiento.....	121
V.10.	Seguimiento Ambiental.....	125
V.11.	Indicador de calidad variación de pH.....	126
V.12.	Indicador de calidad toxicidad de semillas <i>Lactuca Sativa</i>	127
V.13.	Fase cierre del proyecto.....	128
V.14.	Matriz de Leopold.....	128

Resumen:

En este capítulo se realiza la evaluación de impacto ambiental y la determinación de indicadores de calidad

CAPÍTULO V - ESTUDIO DEL CASO

V.1. Introducción

La razón de realizar un sendero en el ingreso por la calle Zola es que los transeúntes que utilizan dicha entrada tengan la posibilidad de hacerlo ordenadamente, evitando la interrupción de las prácticas deportivas en las canchas de fútbol y la dificultad de transitar por senderos de tierra los días de lluvia.

La colocación de la senda de losetas con inclusión de copolímero permitió establecer el posible impacto ambiental producido por su adición al hormigón tradicional.

Realizar el estudio de impacto ambiental es proteger los recursos naturales, la salud humana y la ecología. En otras palabras, al proteger la calidad ambiental se protege la calidad de la vida humana.



Figura N° V.1. Corte de la loseta, los puntos blancos, en la loseta izquierda, son el copolímero agregado.

V.2. Localización del proyecto

Las losetas fueron colocadas formando una senda en el predio del campus que la Facultad Regional Avellaneda posee en la localidad de Villa Domínico. Esta es una localidad del partido de Avellaneda, situada en la zona sur del conurbano bonaerense. Posee una población de 58.824 habitantes según el censo 2001 y una densidad de población 5.981,5 hab/km². El predio de la UTN-FRA está ubicado entre las calles Emilio Zola al noreste, San Vicente al sud este, Ramón Franco al sur

y al norte el terreno linda con el parque Presidente Sarmiento. La elevación del terreno respecto al nivel del mar es de 3,00 m.

Las losetas están ubicadas a $34^{\circ} 41' 34.06$ latitud sur y $58^{\circ} 19' 30.85$ longitud oeste.



Figura N° V.2. Imagen satelital de villa Domínico ubicación de UTN-FRA y la senda de losetas.

Las losetas fueron instaladas formando una senda, que une la puerta que da a la calle Zola, (frente a la estación “Villa Domínico” del ferrocarril de la línea General Roca), con el polideportivo. Con el propósito de facilitar el desplazamiento de los estudiantes, docentes, empleados administrativos y alumnos del nivel medio que utilizan el predio. La senda está compuesta por 187 losetas producidas por becarios del Laboratorio de Investigación, en la misma facultad como parte de un proyecto de investigación¹ del Departamento de Ingeniería Civil.

¹ PID: *Evaluación en Laboratorio y en Campo de Modelos Constructivos Ecológicos* (código UTN 1095)

El sendero posibilita a los transeúntes el ingreso al edificio de forma segura, en días de lluvia evita que los mismos se embarren.



Figura N° V.3. Arriba, instalación del tramo final del sendero, abajo a la izquierda del sendero, abajo derecha inicio del sendero

V.3. Determinación de línea de base ambiental

Con la finalidad de recopilar información referida a la zona de realización del estudio, se realizaron visitas al lugar para la toma de muestras, registros de flora, fauna, población y se relevó documentación fotográfica. De esta forma se puede llevar a cabo una descripción general del ambiente potencialmente afectado por la actividad, y realizar determinaciones específicas de la situación actual de aquellos componentes valiosos del ecosistema.

V3.1. Componentes valiosos del ecosistema

- **Clima**

La zona donde se encuentra la senda de losetas corresponde a una región de clima húmedo subtropical, cuyos inviernos presentan escasas precipitaciones.

El régimen de precipitaciones en la región está caracterizado por máximos en los meses cálidos, entre noviembre y abril, y mínimos entre junio y septiembre. Diciembre es el mes más húmedo con 124,36 mm promedio de precipitaciones (2010-2015). La mayor parte de las precipitaciones se dan en forma de lluvia, muy poco frecuentes son las precipitaciones en forma de granizo. Las lluvias torrenciales ocurren durante los meses de verano, siendo diciembre el mes que registra mayores valores.

La conformación topográfica predominante en la región es la de llanura con escasa pendiente. La humedad relativa se mantiene en valores muy altos durante la mayor parte del año.

La existencia de un centro anticiclónico semipermanente del Atlántico Sur, provoca que los vientos más frecuentes sean provenientes del cuadrante N-E.

El período cálido se extiende de noviembre a marzo, el de mayor frío comprende los meses de mayo y agosto.

La región presenta poca amplitud térmica anual. En los meses estivales debido a la brisa proveniente del Río de la Plata, menor temperatura media. (Priano, 2007).

En el período comprendido entre el 2000 y 2015 la temperatura media anual ha sido entre 17,5 °C y los 18° C. La amplitud térmica no es marcada, la temperatura media mínima fue de 9,10 °C, (El período de heladas es muy corto un día en el año); mientras que la temperatura media máxima fue 26,6 °C entre 2010-2015.

La sudestada es un viento fresco y húmedo que ocurre entre los meses de abril y agosto y por su sentido de propagación SE-NO, empuja las aguas del Río de la Plata en la misma dirección formando un tapón hidráulico que inhibe las descargas, provocando inundaciones y anegamientos y desbordes de los arroyos. La intensidad media anual del viento es 15,1 km/h.²

- **Suelo**

El suelo es el conjunto de unidades naturales que ocupan las partes de la superficie terrestre que soportan las plantas, y cuyas propiedades se deben a los efectos combinados del clima y de la materia viva sobre la roca madre, en un período de tiempo y en un relieve determinado. Dentro de la región motivo de este estudio, es factible definir dos secuencias de suelos, a partir del tipo de sedimentos que constituyen la denominada genéricamente roca madre.

Fundamentalmente a partir de sedimentos pampeanos o la formación La Postrera, los que se caracterizan por presentar, perfiles bien desarrollados, se encuentran en prácticamente la totalidad de los interfluvios, tanto principales como de ordenes menores. De acuerdo al lugar donde se encuentren, pueden observarse rasgos de erosión hídrica. Se caracterizan por ser bien drenados, de textura franco limosa a arcillosa, permeabilidad lenta debido a los horizontes Bt (acumulación de arcilla aluvial), sin alcalinidad y salinidad, con una alta a muy alta Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC).

Una característica de los sedimentos de la región es la gran variabilidad lateral que pueden presentar, vinculados a cambios faciales en los ambientes sedimentarios, efecto que se suma a la gran variabilidad vertical. En la zona del área metropolitana bonaerense, como rasgo propio de los ambientes de planicies, la ocurrencia de capas

² Los datos fueron extraídos de “Estadísticas Meteorológicas” del Servicio Meteorológico Nacional. Fuerza Aérea Argentina. Comando de Regiones Aéreas, Buenos Aires

de diferentes grados de compactación es un factor central a tener cuenta. Generalmente la variabilidad vertical se materializa por la presencia de horizontes edáficos enterrados correspondientes a paleosuelos usualmente antiguos Bt (horizontes argílicos) y niveles de tosca, que representan a horizontes petro-cálcicos enterrados y calcretes poligenéticos. Tanto unos como otros suelen limitar severamente la capacidad infiltración de los materiales.

Los limos y arenas finas inorgánicas son la unidad dominante e incluyen a los sedimentos loéssicos pampeanos (Formaciones Ensenada y Buenos Aires) así como los sedimentos arenosos postpampeanos, incluidos en la Formación La Postrera. Utilizando la clasificación del sistema unificado americano de suelos, los sedimentos pertenecen a los grupos ML, MH y SM. Aparecen por encima de cotas de 6 m sobre el nivel del mar y conforma las amplias divisorias. Son los materiales emergentes, que poseen menores inconvenientes como materiales de cimentación y las mejores condiciones de drenaje y permeabilidad. Los limos y arcillas inorgánicas con subordinadas faces orgánicas, incluyen a los sedimentos fluviales más nuevos. Las arcillas y limos orgánicos e inorgánicos poseen importante representación por área, disponiéndose por debajo de los 6 m s.n.m., ocupando los valles fluviales principales y la planicie del Río de la Plata. Estos sedimentos presentan grandes inconvenientes para las cimentaciones, incluyendo proporciones variables de arcillas expansibles y decididamente malas condiciones de permeabilidad.

Finalmente los rellenos finos y materiales orgánicos naturales y rellenos heterogéneos poseen propiedades variables resultado de las mezclas de materiales utilizadas para realizarlos, que incluyen materiales de escombros de la construcción, sedimentos pampeanos excavados, materiales provenientes de los dragados del Río de la Plata y desechos domiciliarios e industriales. (Pereyra, 2004).

- **Paisaje**

La zona del predio donde se hallan instaladas las losetas, tiene la característica de ser un suelo de uso recreacional. A la derecha del sendero, hay campos de fútbol y a la izquierda llegando al final del mismo se encuentran eucaliptus, coníferas y césped que conforman un sitio de sombra en los días calurosos.



Figura N° V.4. Vista del paisaje, desde el sendero hacia el estacionamiento

- **Geomorfología**

Geomorfológicamente, el ámbito específico de estudio está representado por la planicie costera y el paleoestuario del arroyo Sarandi, cuya evolución se produce durante la transgresión marina que alcanza su máxima altura durante los últimos 10.000 años antes del pleistoceno.

El sector está comprendido dentro de una unidad de jerarquía mayor denominada Planicie Costera, la cual se contacta hacia el sudoeste con la Zona Interior o Planicie Continental que se extiende hacia el poniente fuera de la región estudiada (Fidalgo, y Martinez, 1983).

Estas geoformas del paisaje se desarrollaron debido al avance del nivel del mar a partir del Pleistoceno tardío, alcanzando una altura máxima que a partir de aproximadamente los 6000 años antes del Pleistoceno comienza a descender hasta su posición actual.

La nivelación del terreno en el sector donde se instalaron las losetas y el relleno con arena para compactar el suelo, evita que la zona se inunde.

- **Hidrogeología**

En esta área existe un predominio de escurrimiento superficial hacia el Río de la Plata. Es por ello también, que se deben prever inundaciones por Sudestada o lluvias, pero con un rápido escurrimiento de las aguas. Las condiciones morfológicas de la región, de pendientes muy bajas y las características generales geomorfológicas y edafológicas; favorecen la infiltración y también la recarga de los acuíferos.

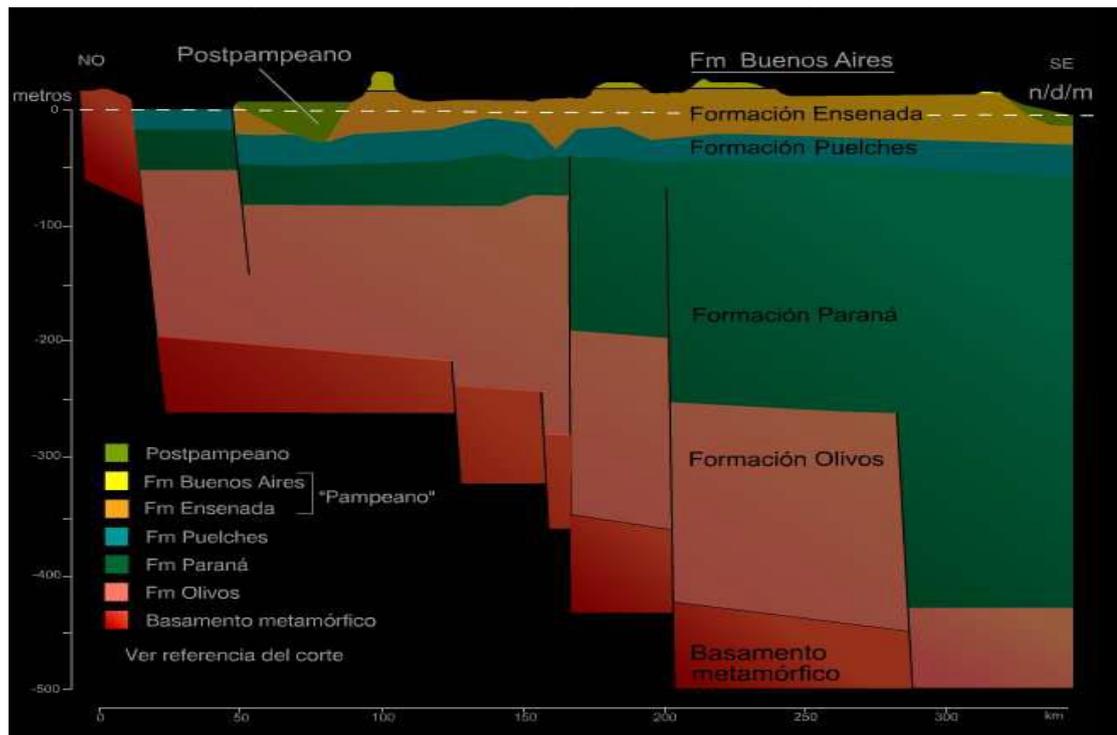


Figura Nº V.5. Esquema del corte hidrogeológico de la región (Carriquiriborde, 2012)

En el corte geológico e hidrogeológico regional esquemático presentado en la Figura Nº V.5 puede observarse que en los suelos de la terraza alta afloran o subafloran las Formaciones Pampeanas. Los horizontes más antiguos, pertenecientes a la

Formación Ensenadense, están situados en las cotas más bajas; mientras que los horizontes más jóvenes de la Formación Pampeana Bonaerense se encuentran en las cotas más altas del terreno. (Carriquiriborde, 2012)

La Formación Pampeana está conformada por suelos que se caracterizan por su buena consistencia debida a los procesos previos de consolidación. Se puede dividir en tres horizontes superpuestos (de más jóvenes a más antiguos):

El primero de ellos es el horizonte superior, perteneciente a la Formación Pampeana del período Bonaerense. Su color es castaño y es de tipo arcilloso. Se lo puede caracterizar como un suelo, firme, plástico y a veces expansivo. (Frengüelli, 1950)

La napa profunda se encuentra situada hasta un máximo de 10 metros por debajo del terreno natural. El horizonte superior se presenta por sobre la cota OSN 22,5 m aproximadamente.

El segundo horizonte, el intermedio pertenece a la Formación Pampeana del período Ensenadense Superior. Posee el mismo color que el anterior horizonte y es del tipo limoso y limo-arenoso. Es poco plástico, muy cohesivo y duro debido a la presencia de impregnaciones calcáreas nodulares o mantiformes llamadas “toscas”.

El tercer horizonte, el inferior pertenece a la Formación Pampeana del período Ensenadense Inferior. Se manifiesta normalmente por debajo de la cota OSN 0,0m, razón por la cual es una unidad de subsuelo no aflorante en ningún sitio (al igual que todas las unidades estratigráficas que se encuentran por debajo de ella).

Este horizonte inferior presenta un color gris-verdoso y su granulometría es arcillosa. Son suelos muy consistentes debido a los procesos de pre-consolidación a los que han estado sujeto. Es de destacar sus características que van de plástico a muy plástico y pueden presentar laminación horizontal. Es de baja permeabilidad vertical, constituyéndose en confinante de las arenas acuíferas subyacentes (que conformarán el acuífero Puelche) hacia las que pasa, hacia abajo en transición. En algunos puntos posee muy escaso espesor o se encuentra ausente, permitiendo la comunicación de los acuíferos libre y confinado.

En la terraza alta, por debajo de los suelos de la Formación Pampeana (Superior, Intermedio e Inferior), se ubican los suelos puelche, conformados típicamente por arenas claras, limpias, acuíferas y confinadas.

El drenaje superficial es favorecido y limita anegamientos en el Delta del Paraná y planicies de inundación de los ríos presentes en el área del Proyecto. Las condiciones morfológicas de la región, de pendientes muy bajas y las características generales geomorfológicas y edafológicas; favorecen la infiltración y también la recarga de los acuíferos.

Desde el punto de vista hidrogeológico, el área de recarga se sitúa en la Terraza Superior y el área de descarga en la Terraza Inferior. (Carrquiriborde, 2012).

- **Medios Bióticos**

Flora

En el área de estudio, la vegetación y la flora nativa de la pradera y de la ribera han sido reemplazadas por las gramíneas cespitosas y por el arbolado urbano en los espacios verdes del parque Presidente Sarmiento y en las vías del FFCC Roca (Transporte Metropolitano).

La vegetación compuesta por gramíneas *mesófilas* de distinto porte, formando parte del estrato herbáceo, incluye la gramilla invasora perenne *Cynodon dactylon* (pata de perdiz), la maleza de origen africano *Sorghum halepense* (sorgo de halepo o pasto ruso), la hierba perenne autóctona frecuentemente encontrada en la ribera *Paspalum dilatatum* (pasto miel) que tolera el anegamiento y la sequía, y la perenne cespitosa *Bromus catharticus* (cebadilla).

Entre las herbáceas autóctonas identificadas durante el relevamiento, se mencionan la campanita (*Ipomoea cairica*) de flores color lila-celeste (en el cerco y entre el césped), *Malvella leprosa* en floración, *Commelina difussa* de flores azules, *Polygonum punctatum* (*catay* o hierba del bicho) de hojas alternas, *Conyza bonariensis* y *Amaranthus quitensis* (yuyo colorado) originario de la América cálida.

Fauna

La fauna originariamente asociada a la vegetación nativa, actualmente se reduce principalmente a la avifauna, habituada al medio urbano y ambientes con arbustos o arboleda de las calles, plazas y jardines mayormente exóticos. Entre ellas se menciona el zorzal colorado (*Turdus rufiventris*); hornero (*Furnarius rufus*); chingolo (*Zonotrichia capensis*); tordo renegrado (*Molothrus bonariensis*); calandria (*Mimus saturninus*); tordo músico (*Molothrus badius*); benteveo común o “bicho feo” (*Pitangus sulphuratus*); la ratona común (*Troglodytes aedon*); el jilguero dorado (*Sicalis flaveola*); la palomas torcaza (*Zenaida auriculata*), torcacita (*Colombina picui*) y picazuró (*Columba picazuro*).



Figura N° V.6. Ejemplares de aves originales que pueden encontrarse en el área de estudio (fuente Narosky y Yzurdieta., 1993).

Entre las aves exóticas, es común encontrar en la zona: cotorras y loros, la paloma doméstica europea (*Columba livia*), el gorrión europeo (*Passer domesticus*) y en los últimos años el estornino pinto (*Sturnus vulgaris*). (Narosky y Yzurdieta., 1993).



Figura N° V.7. Ejemplares de aves que pueden encontrarse en el área de estudio

Como se observa en la Figura N° V.7, las aves que actualmente se encuentran en el predio son muchas de las que originalmente había, esto es posible por ser un predio con árboles añosos que permiten anidar a dichas aves.

V.4. Descripción de los modelos constructivos

En el laboratorio de investigaciones del Dto de Ingeniería Civil de la UTN-FRA, se vienen realizando en el marco de proyectos homologados, pruebas con distintos modelos constructivos como bloques, mini losetas y losetas.

En un principio se construyeron bloques de hormigón. Cabe señalar que se entiende como bloque de hormigón a: “Bloque hueco de hormigón de cemento portland: es un elemento que se emplea en construcciones, cuya alma puede tener uno o más espacios huecos y cuyas paredes están constituidas por gravilla, arena y cemento” (NCH181of 67, 1967).

Los bloques huecos de hormigón de cemento se obtienen mezclando, en una hormigonera los materiales pesados en la proporción deseada y se le incorpora agua iniciándose el proceso de amasado. Finalizado el mismo la mezcla es transportada hacia una prensa que se encarga de apisonar y proporcionar la compactación necesaria mediante micro-vibrado dando forma a los bloques.

A los bloques tradicionales se les agregó copolímeros. Estos bloques fueron utilizados en la construcción de mesadas de laboratorio, las cuales luego de 5 años de uso se encuentran en perfecto estado estructural. No se desgranaron y conservaron su estructura original.

Como consecuencia de los resultados anteriores, en 2009 se desarrolló un diseño de mezcla y se comenzaron a fabricar losetas de hormigón con copolímero. Básicamente los elementos constructivos están compuestos por un núcleo de hormigón con la incorporación de copolímeros y una capa superficial de mortero cementicio que tiene la función de mejorar la durabilidad de los modelos constructivos ante los agentes climáticos, por otra parte, posee una terminación que lo hace antideslizante.

Para la fabricación de las losetas se pesaron los componentes cemento y copolímero en proporciones 1-1; se mezclan en seco dentro de la hormigonera, luego se agrega la arena y la mínima cantidad de agua hasta obtener una mezcla uniforme. En ese momento se agrega la piedra y el resto de agua. Una vez realizada esta mezcla se coloca en moldes, como muestra la figura V.8. A medida que se agrega la mezcla hay que apisonarla, compactándola para asegurar la eliminación de huecos.

Posteriormente se le agrega el mortero de 1 cm de espesor, que consiste en una capa de cemento, agua y colorante ferrite.

Se dejan al aire durante 28 días, para asegurar un correcto fraguado.

Simultáneamente se fabricaron losetas sin agregado de copolímero, para llevar a cabo la evaluación comparativa.



Figura N° V.8. Molde humectado y Molde relleno de hormigón, con y sin copolímero

El hormigón tradicional bien compactado y con baja relación agua cemento es un material poroso e impermeable mientras que, el hormigón con copolímero es más permeable, debido a su mayor porosidad por efecto de los trozos de copolímero presentes en toda su estructura.

El tiempo de curado favorece la formación de productos de hidratación, tanto en los hormigones aditivados con copolímero como en el tradicional, que hacen disminuir la porosidad del producto final. (Carrasco, 2010).

V.5. Caracterización e instalación de los modelos constructivos

El componente plástico utilizado para la construcción de las losetas, que son objeto de esta tesis, es según la hoja de seguridad del compuesto, un copolímero de plástico de olefina polietileno (PE) y de cloruro de vinildieno ($\text{CH}_2=\text{CCl}_2$), cuyo acrónimo es VDC. Este compuesto tiene una estructura molecular mayoritariamente lineal, que puede o no presentar ramificaciones (Figura N° V.9). Las moléculas quedan enmarañadas unas con otras, sin que se produzca la reticulación entre sí con enlaces químicos covalentes. La mayoría de los polímeros lineales y los que tienen estructuras ramificadas con cadenas flexibles son termoplásticos.

La elevación de la temperatura hace que la fuerza de los enlaces secundarios se debilite, facilitando el movimiento relativo de las cadenas adyacentes al aplicar un esfuerzo, como consecuencia de ello el material fluye como un líquido viscoso.

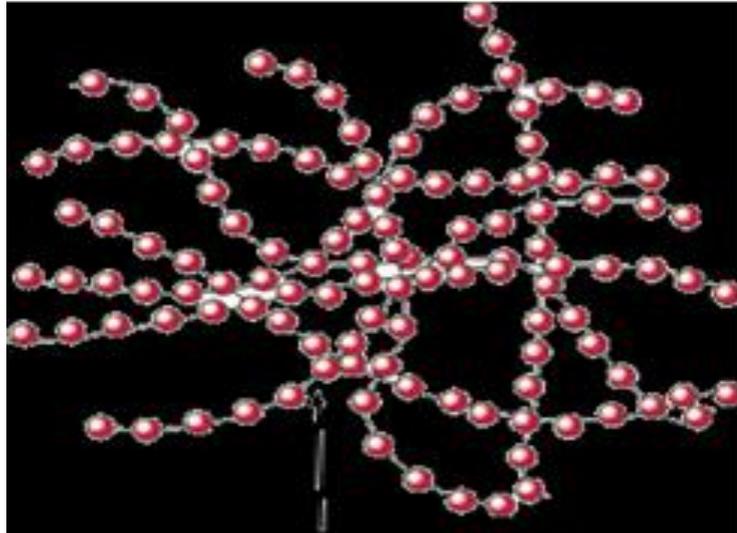


Figura N° V.9. Estructura de polímeros termoplásticos

Los procesos de reblandecimiento y endurecimiento que se producen por la variación de la temperatura son reversibles y pueden repetirse de forma reiterada. Este comportamiento permite que el plástico sea moldeado un número indefinido de veces, por efecto combinado de la presión y la temperatura. La degradación irreversible se produce cuando la temperatura de un termoplástico fundido se eleva hasta el punto que las vibraciones moleculares son tan violentas que pueden romper los enlaces covalentes de la cadena lineal. (Blanco, 2005)

La hoja de seguridad del copolímero utilizado se presenta en el anexo 1

Los copolímeros se incorporan a los agregados en la mezcla, con lo cual quedan en gran parte encapsulados, excepto los que se hallan ubicados en la parte inferior de la loseta quedando en contacto con el entorno.

Se han ensayado las muestras realizadas con distintas proporciones de copolímero hasta lograr que los ensayos de resistencia estructural den valores aceptables para el uso de las losetas en estudio. Los resultados de estos ensayos se informan en el Capítulo IV Materiales, Métodos y Evaluación de Resultados.

Los ensayos de compresión realizados sobre las losetas prueban que estas poseen una resistencia a la compresión compatible con la clase II de la Norma ACI 318.

La determinación de la densidad indica que, con excepción de la muestra M1, el resto puede clasificarse como hormigón de clase II y en el caso de las muestras M5 y M6 de clase I.

En resumen, las evaluaciones de las propiedades físicas del hormigón con copolímero empleado en la fabricación de las losetas, indican que las mismas poseen mediana resistencia mecánica, cumpliendo con las necesidades físicas y mecánicas que requieren para el uso al que están destinadas.

El American Concrete Institute define la durabilidad del concreto de cemento Portland, como (201, 2001): “La habilidad para resistir la acción del intemperismo, el ataque químico, la abrasión, o cualquier otro proceso o condición de servicio de las estructuras, que produzca deterioro del concreto.” (González, 1991)

El ensayo de durabilidad de las losetas por ataque con sulfato de sodio, según Norma IRAM 1525 indica que las muestras presentan valores de pérdida de peso en porcentaje por debajo del 15% establecido en la mencionada Norma. Estos resultados están indicando la aptitud de los modelos constructivos para ser instalados en ambientes salinos como zonas aledañas al litoral marítimo.

Los estudios de intemperismo natural indican que las losetas expuestas a la radiación solar durante cuatro años no presentan degradación alguna.

El estudio de intemperismo artificial realizado en la muestra CSP, indica la aparición de esterres en el espectro obtenido a partir de la sustracción del espectro antes de ser irradiado y luego de 120 días de exposición. Por lo tanto el copolímero agregado se degrada en un lapso de tiempo mayor.

V.6. Scoping

Este proceso permitirá definir el alcance para determinar los aspectos necesarios para examinar el caso presentado.

Se considera fundamental tomar en cuenta:

- La definición de los límites geográficos del estudio en relación con los posibles impactos. En nuestro caso las losetas se ubicaron sobre terreno del predio de la UTN-FRA (ver ítem V.2)
- La identificación de las limitaciones y los horizontes temporales de los estudios. Las consecuencias ambientales probables, debido a la presencia de las losetas, se acotan al tiempo en que estas permanezcan instaladas y sujetas al monitoreo del lixiviado en suelo y a la degradación de los plásticos a la atmósfera.
- La identificación de las técnicas analíticas necesarias para desarrollar el Proyecto. Las mismas se encuentran descriptas en los Capítulos III y IV.
- Los impactos producidos por el sendero de losetas se discriminarán para las fases de obra, funcionamiento y mantenimiento preventivo.

V.7. Relación entre la implementación del sendero de losetas y los planes de uso del suelo.

Las losetas fueron instaladas desde la puerta frente a la estación Villa Dominico del ferrocarril Roca siguiendo la pared colindante con el parque Presidente Sarmiento, distante aproximadamente

Anteriormente, al no estar la senda señalizada, el ingreso se hacía de forma indistinta atravesando el campo de futbol.

El uso del suelo es residencial, los valores guía de los parámetros evaluados están establecidos en el Decreto Reglamentario 831/96 de la ley 24051 de Residuos Peligrosos, tabla 9 - niveles guía de calidad de suelos uso residencial.

V.8. Identificación de impactos en la fase obra

- **Impactos sobre la atmósfera**

Durante la obra se realizaron excavaciones, movimientos de tierra y nivelación del suelo. Posteriormente se rellenó con arena. Estas operaciones incorporaron partículas minerales en el ambiente circundante.

La posible incorporación de polvo, tienen un efecto ambiental muy reducido, pudiendo controlarse para no afectar la calidad del aire, mediante el riego de la superficie de acopio.

- **Impactos sobre el suelo**

Durante la obra se prestó especial atención a minimizar la ocupación temporal de los suelos. El acopio de tierra y áridos, se realizó en lugares que no estuvieran sembrados de césped, ni fueran parte de los distintos campos deportivos. Se evitó la extracción de materiales y vertido de sobrantes sobre los mismos.

Con el objeto de minimizar los posibles impactos, se dispuso de recipientes y contenedores para recoger los sobrantes.

Se acopiaron los suelos de relleno, en contenedores con el propósito de evitar daños por compactación del terreno.

En caso de producirse algún derrame accidental, de un producto contaminante, se procedió con la mayor rapidez posible a la descontaminación del suelo afectado retirando la tierra contaminada y gestionándola como residuo peligroso.

Los residuos generados durante la fase obra, fueron separados en función de su naturaleza y depositados en contenedores homologados, que se colocan en un punto limpio.

En el caso de suelos contaminados con metales pesados (Al, As, Ba Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Se, V y Zn), el estado de oxidación de los mismos altera su solubilidad, movilidad y por ende su efecto tóxico. Esta característica depende de cada metal. (USEPA600/R-02,2002). Se analizaron muestras de suelo original y de relleno, tal como se describió en el Capítulo IV.

Los análisis de las muestras de suelos arrojaron valores dentro de lo estipulado en la tabla 9 del Decreto Reglamentario 831/93 que establece niveles guía de parámetros, para uso residencial de suelos.

Los valores de cromo determinados en forma directa, para MS1 (suelo original) fue menor a 0,5 mg/ kg seco; mientras que el suelo de relleno (MS2) arrojó un valor de 0,66 mg/kg seco.

El valor límite, según tabla 9 del Decreto Reglamentario 831/93, para el cromo es 8 mg/ kg seco, con lo cual se llega a la conclusión que los valores hallados son inferiores a lo solicitado por la ley.

La determinación de plomo del suelo original (MS1) fue de 22,9 mg/ kg seco, mientras que el suelo agregado de relleno (MS2) dio 13,4 mg/ kg seco, el suelo combinado, denominado MS1.2, presentó concentraciones de plomo de 17,5 mg/kg. El valor guía para Pb es 500mg/ kg seco, por lo tanto todos los valores de Pb obtenidos dieron por debajo de lo exigido por la normativa.

Los valores de cinc determinados en forma directa dieron para la muestra MS1 22,9mg/kg seco, para el suelo de relleno (MS2) 4,66 mg/kg seco y MS1.2 fue de 20,2mg/kg seco.

Como puede observarse todos los valores de cinc obtenidos en las distintas muestras se encuentran por debajo de los niveles guía establecidos en la Tabla 9 del Decreto Reglamentario 831/93, que establece para Zn el límite de 500 mg/kg seco.

Las mismas muestras ensayadas para níquel dieron para MS1 1,4mg/kg seco; para MS2 y para MS1.2 los valores encontrados fueron menores a 0,5mg/kg seco. En todos los casos, las determinaciones arrojaron valores inferiores a lo estipulado en la tabla 9 del Decreto Reglamentario N° 831/93 (100 mg/kg seco).

En ningún caso, los ensayos de los suelos en la etapa de obra, excedieron los niveles guía establecidos en el Decreto 831/93 de la Ley 24051 de residuos peligrosos.

- **Impactos sobre las napas de agua**

Dado que toda la obra se realiza de forma manual, sin la intervención de maquinarias que pudieran ocasionar derrames de hidrocarburos, ni de elementos que pudieran potencialmente contaminar las napas, se considera que los impactos sobre las napas de agua son nulos. A pesar de ello se analizó el suelo por lixiviado, considerando la condición más desfavorable, es decir que los contaminantes hallados

difundan hasta la napa. Los valores a tener en cuenta son los indicados en la tabla 5 “Niveles guía de calidad de agua para irrigación” del Decreto Reglamentario 831/93.

Los valores límite establecidos en la tabla 5 del mencionado Decreto para plomo es 0,2 mg/L; para cromo 0.100 mg/L; cinc 2,00mg/L y níquel 0,200 mg/L.

Las determinaciones de cromo por lixiviado fueron menores al límite de detección en las muestras MS1, MS2, MS1-2.

La determinación de níquel por lixiviado para la muestra MS1 fue 0,06 mg/L; para la MS2 y MS1.2 dio valores menores a 0,02 mg/L.

La determinación de cinc en el lixiviado dio, para el suelo original (MS1) 0,99 mg/L; mientras que para MS2 el valor fue de 0,21 mg/L y para MS1.2 de 0,88 mg/L.

Se encontró 0,99 mg/L de plomo en la muestra de suelo original (MS1), en la muestra de relleno el valor fue de 0,61 mg/L, mientras que en el suelo combinado fue de 0,45 mg/L. Como se puede observar el plomo presenta concentraciones que superan los valores establecidos en la normativa considerada.

Los valores de hidrocarburos, en todas las muestras ensayadas, fueron menores a 0,1 mg/L que es el límite de detección del equipo; el valor del nivel guía para hidrocarburos totales es de 0,3mg/L.

Los valores de fenol que se encontraron fueron menores a 0,002 mg/L y los niveles guía establecidos son de 0,005mg/L.

Del análisis de los resultados se destaca la presencia de plomo tanto en los lixiviados provenientes del suelo original como del suelo agregado, siendo esto un indicio de una afectación del suelo anterior a la implantación del proyecto.

- **Impactos sobre la flora de la zona**

En la selección de la traza de la senda de losetas se prestó especial atención a no intervenir la foresta urbana implantada en la zona. Debajo de las losetas se inhibe el crecimiento de césped, que en caso de hacer el camino con hormigón tradicional ocurriría del mismo modo.

- **Impactos sobre la fauna**

Dado que la zona donde se instalan las losetas es un parque que está rodeado de una urbanización importante, la fauna presente es muy escasa.

Se revisó la zona en la que se van a realizar los trabajos, con el objeto de determinar la posible presencia de nidos o territorios reproductores, al menos de las especies más importantes de aves (especies amenazadas o catalogadas). Se detectaron poblaciones numerosas de palomas (*Columba livia*) y cotorras (*myiopsitta monachus*), ambas consideradas plagas.

En caso de ser localizado algún punto de interés en ese sentido, se replanteará el trazado para no afectar zona de nidificación.

- **Impacto sobre el paisaje**

Con el objeto de minimizar la intrusión visual, se realizaron los trabajos, tales como el acopio de tierra y materiales, en las zonas de menor fragilidad visual. Las herramientas de trabajo se retiraron al finalizar cada jornada de trabajo. Alrededor de los acopios de tierra y/o materiales se colocó un balizamiento en todo el perímetro de la superficie ocupada. El balizamiento sirve para la restricción al personal de modo que el movimiento del personal y las herramientas utilizadas quede restringido a la zona autorizada.

Se prestó especial atención a la ubicación y gestión adecuada de acopios de materiales y residuos. Todos los materiales que se obtengan de excavaciones o que sean necesarios para la obra deben acumularse en zonas cercanas a la delimitación ante mencionada, de manera de no afectar posible zonas ambientalmente sensibles.

- **Ruidos y vibraciones**

Dado que la colocación de las losetas, se llevó a cabo de forma manual, no se generaron ruidos ni vibraciones que pudieran afectar a las personas y fauna que circulan por el lugar, ni al ambiente que rodea la obra.

- **Impactos socio económicos**

En la fase obra el nivel de empleo aumenta, debido a la demanda de mano de obra.

V.9. Identificación de impactos fase funcionamiento

- **Impacto sobre la atmósfera**

Las losetas instaladas no liberan ningún tipo de gas, esto se demuestra mediante el ensayo de intemperismo natural realizado en 13 muestras de la parte plástica de las losetas. Las mismas fueron analizadas por espectrometría de rayos infrarojo. (ver Capítulo IV)

No se detectó oxidación de los plásticos en ninguna de las muestras (datos obtenidos en Capítulo IV, Tabla N° IV14).

Por lo tanto las losetas no producen ningún impacto en la atmósfera circundante.

- **Impacto sobre el Suelo**

La movilidad de un metal depende no sólo de su especiación química, sino de una serie de parámetros del suelo tales como pH, materia orgánica, carbonatos, minerales de la arcilla, etc. así, no todos los cationes de cambio están igualmente disponibles, sino que depende del mineral o minerales de los que están formando parte como complejo de cambio. Cuando el metal está precipitado, no se comportará igual si lo hace como carbonato, sulfato o fosfato. Tampoco será lo mismo que el metal se encuentre formando parte de un sulfuro (relativamente oxidable y ligeramente soluble) quede un silicato (prácticamente resistente en todos los medios).

En general, la movilidad de los metales pesados es muy baja, quedando acumulados en los primeros centímetros del suelo, siendo lixiviados a los horizontes inferiores en muy pequeñas cantidades.

Resultados de ensayos realizados sobre suelos debajo de las losetas:

Cromo: Las determinaciones en forma directa de cromo del suelo de la muestra MS6 = 6,58mg/L. El valor límite según tabla 9 del Decreto Reglamentario 831/93 es para el cromo: 8 mg/ L con lo cual los valores hallados dieron por debajo de lo que pide la ley.

Plomo: Los valores obtenidos en la determinación en forma directa para las muestras MS3 fue 6,48 mg/kg seco, la MS4 dio 22,4mg/ kg seco, la MS5 dio 22,1 mg/kg seco y la MS6 13,8mg/kg seco. El valor límite según tabla 9 del Decreto Reglamentario 831/93 es para el Pb= 500 mg/kg seco.

Cinc: Los valores por lixiviado en las muestras MS3: 0,03 mg/L MS4= 0.55 mg/L, MS5= 0,5 mg/L; MS6= 1,26 mg/L. En forma directa MS3=0,4mg/kg seco; MS4=27,4mg/kg seco; MS5=24,9 mg/kg seco; MS6=62,9 mg/kg seco. El valor límite según tabla 9 del Decreto Reglamentario 831/93 es para el Zn=500 mg/kg seco.

Níquel: Los valores por lixiviado en las muestras MS3: <0,02 mg/L MS4 \leq 0.02 mg/L, MS5 \leq 0,02 mg/L; MS6= <0,02 mg/L. En forma directa MS3 \leq 0,4 mg/kg seco; MS4 \leq 0,4 mg/kg seco; MS5 \leq 0,4 mg/kg seco; MS6 \leq 0,4 mg/kg seco. El valor límite según tabla 9 del Decreto Reglamentario 831/93 es para el Ni= 100mg/kg seco.

Hidrocarburos: No se detectó hidrocarburos en ninguna de las muestras.

Fenoles: No se detectó fenoles en ninguna de las muestras.

La presencia de altas concentraciones de metales y /o en el horizonte superior decrece drásticamente en profundidad cuando la contaminación es antrópica. Esto sucede precisamente porque la disponibilidad de un elemento depende también de las características del suelo en donde se encuentra. Los parámetros geo-edáficos llegan a ser esenciales para valorar la sensibilidad de los suelos a la agresión de los contaminantes.

pH: La mayoría de los metales tienden a estar más disponibles a pH ácido porque son menos fuertemente adsorbidos.

Respecto a las propiedades fisicoquímicas, el cemento hidrolizado es un material alcalino, lo que modifica el pH del suelo. Al reducir la cantidad de cemento utilizado en la mezcla, la loseta con copolímero tiene un pH=8,0 en promedio que es inferior al tradicional de pH= 13,5.

El impacto negativo se ve disminuido respecto al hormigón tradicional.

Las diferencias de pH tan abruptas en el hormigón tradicional pudieron ocasionar una modificación del grado de neutralidad del suelo cambiando las propiedades del mismo en el área en contacto. Los metales As, Se y Cr son más móviles a pH alcalino.

- **Impacto sobre las napas de agua**

El cemento desprende minerales y en ocasiones metales pesados. Al reducir la cantidad de cemento utilizado en la mezcla, el líquido lixiviado producido por las losetas contendrá menor cantidad de contaminantes, por lo que el impacto negativo se ve disminuido respecto al hormigón tradicional.

Esto se demuestra mediante los análisis por lixiviado de las losetas y del suelo debajo de las mismas extraídos en 2013, 2014, 2015. Se evaluó en la peor de las situaciones, considerar que los lixiviados filtran hacia las napas. Se comparan los resultados obtenidos, con los niveles guía de tabla 5 calidad de agua para irrigación del Decreto Reglamentario 831/93.

Los resultados están detallados en el capítulo IV, en las tabla IV.7 y IV.8; es importante destacar que el suelo original y de relleno exceden naturalmente, antes de ser expuestos a la acción de las losetas, los valores guía de la tabla 5 del Decreto Reglamentario 831/93 en los lixiviados.

Los lixiviados de las losetas no excedieron los niveles guía, excepto la loseta expuesta a la luz UV por 120 que dio 0,11 mg/L de cromo cuando el valor sugerido como guía es 0,10 mg/L, los demás parámetros analizados dieron dentro de los niveles guía establecidos.

- **Impactos sobre la flora**

Para evaluar el impacto producido sobre la vegetación se realizó el ensayo de toxicidad aguda sobre semillas de lechuga *Lactuca Sativa*. Este ensayo consiste en germinar las semillas en una disolución de agua normalizada APHA92 y el tóxico que se quiere evaluar, en este caso se molió parte de cada uno de los lotes de losetas y se disolvió en dicha agua. Se usó como tóxico referente el cinc (control positivo) ya que fue el metal que se encontró en las losetas y a su vez es sensible la

germinación de las semillas. En paralelo se germinaron con agua normalizada APHA 92, 20 semillas para el control negativo. Todos los lotes evaluados germinaron el 100% de las semillas ensayadas, el máximo desvío estándar fue de 2,63 para una concentración de loseta del 1%.

Las losetas fabricadas en 2012, (muestra identificada CSP) produjeron una inhibición del crecimiento de la radícula del 32%, del 52 % para el hipocotilo. El lote de 2013, produjo una inhibición de la radícula del 29% y del hipocotilo de 49%.

En 2014 se hizo en simultáneo una loseta mitad con copolímero y otra mitad de hormigón tradicional; las cuales se germinaron en paralelo. Los resultados para la loseta con polímero en la radícula, la inhibición fue del 37% y para el hipocotilo del 20%. A diferencia de la loseta tradicional que produjo una inhibición en la radícula del 50% y para el hipocotilo del 49%. Se observa que los lotes son parejos, el efecto de inhibición comparativo en iguales condiciones; indicaron que el hormigón con agregado de copolímero fue menos tóxico que el hormigón tradicional según el ensayo de toxicidad aguda en la germinación de semillas de lechuga *Lactuca Sativa*.

- **Impacto sobre la fauna**

Para evaluar el posible impacto sobre la fauna del suelo se realizó un ensayo de toxicidad aguda con lombrices de tierra, las cuales se colocaron en sendas macetas de hormigón tradicional y hormigón con copolímero con una tierra especialmente preparada. De la observación del desarrollo de las lombrices, se obtiene como que la maceta realizada con copolímero es menos toxica que la de hormigón tradicional.

- **Impacto Socioeconómico**

Comunidad

Tal como se ha mencionado anteriormente la disminución del volumen de plásticos en los rellenos sanitario contribuye a mejorar la calidad de vida de la población, generando un impacto positivo en el paisaje. En este sector, excepto los campos deportivos, el resto del terreno son lugares de esparcimiento y recreación visual.

El sendero de losetas presenta interés estético y humano debido a que permite salvaguardar los espacios colindantes del camino ante el incremento de transeúntes.

Debido a ello es conveniente señalar las áreas más sensibles al paso de transeúntes, para evitar impactos sobre la vegetación y fauna del lugar.

La calidad de vida de los ingresantes se ve mejorada, dado que en días de lluvia la superficie del terreno es más segura, no presenta anegamientos. Cuando se están desarrollando actividades en los campos deportivos los transeúntes pueden acceder a la facultad sin riesgos de interrumpir las actividades.

- **Impactos socio económicos**

El terreno se ve levemente revalorizado por la nivelación del mismo, al evitar acumulación de agua en una zona muy acotada.

V.10. Seguimiento Ambiental

El seguimiento ambiental permite en el establecimiento de un conjunto de indicadores que proporcionan la forma de evaluar, de manera sencilla y en lo posible cuantificable, la evolución ambiental del proyecto.

La aplicación de indicadores se define según las normativas establecidas por el Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible, indicadas en el marco legal en el Capítulo II ítem 2.3.

El análisis de los valores surgidos de los indicadores permitirá deducir la necesidad de aplicar o no medidas correctoras, para esto, los análisis se acompañan de valores límites umbrales de alerta, a partir de los cuales se hace necesario que entren en funcionamiento los sistemas de prevención y/o seguridad. (Canter, 2000)

En el estudio de caso presentado los indicadores elegidos son los que permitan identificar la afectación del suelo, como principal medio impactado por el proyecto.

Estos son:

- Variación del pH
- Ensayo de toxicidad de las semillas de lechuga *Lactuca Sativa*.

V.11. Indicador de calidad variación de pH

Se decidió considerar indicador de calidad ambiental a la diferencia de pH entre el suelo original respecto del pH del lixiviado proveniente de las losetas. La elección del pH del lixiviado de las losetas, es debido al criterio de considerar la peor situación ambiental. Se desestimó la determinación de la variación del pH del suelo pre y pos instalación de las losetas en función de su carácter amortiguador, como quedó demostrado en los ensayos presentados en el Capítulo IV.

Los valores asignados de calidad ambiental se construyeron a partir de la premisa que a mayor diferencia entre los valores de pH del suelo y del lixiviado de las losetas mayor será la afectación del mismo y consecuentemente la calidad ambiental disminuirá. Si la diferencia de pH es 0 la calidad ambiental será óptima asignándole valor uno. En la figura 32 se muestran los valores de calidad ambiental en función de la diferencia de pH.

Loseta lixiviado según EPA3010A mg/L	M1		M2	M3		SP160		CSP		M4	
	pH	7,92	7,76	7,20	7,80	7,70	7,70	7,80	7,90	7,93	13,07
pH referencia suelo original	8,17	8,17	8,17	8,17	8,17	8,17	8,17	8,17	8,17	8,17	8,17
Diferencia de pH	0,25	0,41	0,97	0,37	0,47	0,47	0,37	0,27	0,24	-4,90	-4,88
calidad Ambiental	0,953	0,923	0,818	0,931	0,912	0,912	0,931	0,949	0,955	0,081	0,084
Losetas lixiviado según EPA3010A mg/L	M5	M6	SP160	SP1	SP10	SP20	SP30	SP40	SP50		
	pH	8,15	13,50	8,07	8,12	8,18	8,02	8,05	8,09	8,2	
pH referencia suelo original	8,17	8,17	8,17	8,17	8,17	8,17	8,17	8,17	8,17		
Diferencia de pH	0,02	-5,33	0,1	0,05	-0,01	0,15	0,12	0,08	-0,03		
Calidad Ambiental	0,996	0,000	0,981	0,991	0,998	0,972	0,977	0,985	0,994		

Tabla N°V.1 valores de pH como indicadores de calidad ambiental

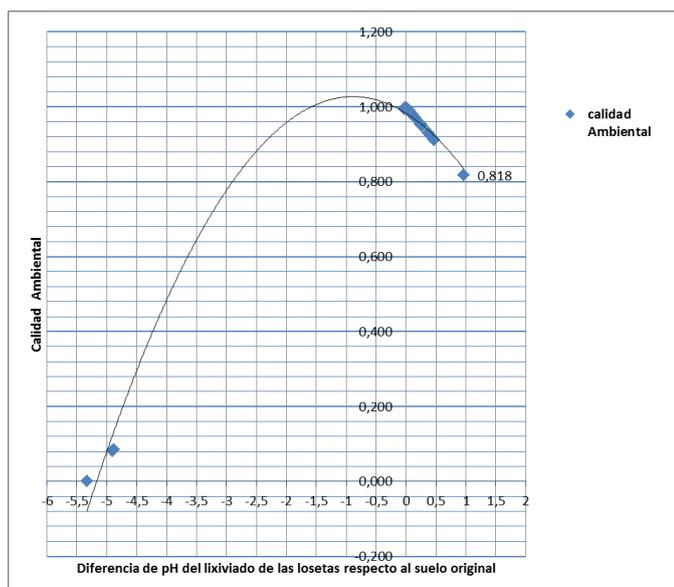


Figura N° V.10. Diferencia de pH, indicador de calidad ambiental

En este caso el umbral de alerta considerado cuando el valor de calidad ambiental se encuentra fuera del intervalo 0-1.

V.12. Indicador de calidad toxicidad de semillas *Lactuca Sativa*

En los ensayos de toxicidad realizados se determinó que la inhibición en el crecimiento del hipocotilo varía en función del tiempo de fabricación de la loseta.

Se decidió adoptar como indicador la diferencia los desarrollos del hipocotilo para la mayor concentración de polvo de loseta y el ensayo negativo, en simultáneo en función del tiempo (ver Capítulo IV).

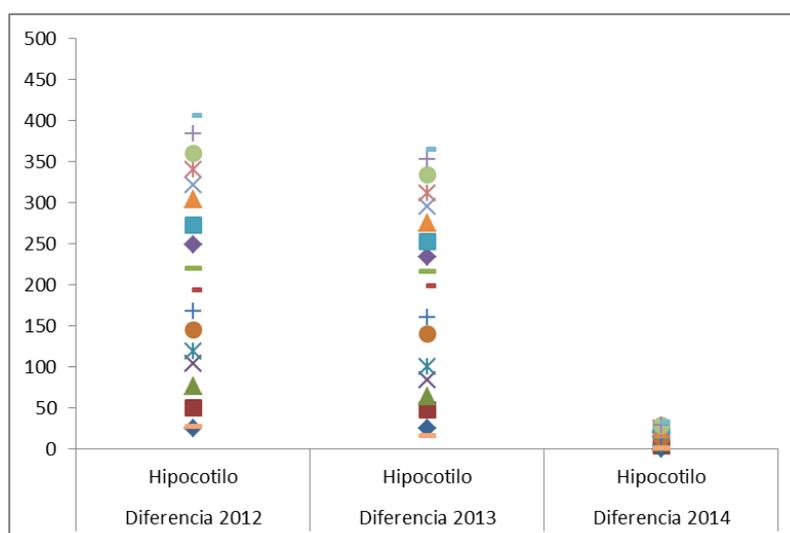


Figura N° V.11. Indicador de calidad, toxicidad de la semilla *Lactuca sativa*

La nube de puntos ubicada a la izquierda del gráfico muestra el desarrollo del hipocotilo para las semillas germinadas en la disolución de la loseta de 2012; la nube central a las semillas germinadas en la disolución de la loseta de 2013 el punto del medio, mientras que la nube de la derecha corresponde al 2014.

El eje de ordenadas muestra las diferencias del desarrollo del hipocotilo respecto del ensayo negativo (blanco). La escala está multiplicada por 10 para que se puedan observar los distintos puntos.

En la medida que aumenta la edad de las losetas las diferencias de desarrollo del hipocotilo de las semillas de *Lactuca Sativa* así como su dispersión aumenta. Este indicador permitirá evaluar el grado de afectación de la flora a medida que transcurre el tiempo.

V.13. Fase cierre del proyecto

El pasivo que quedará luego de retirar la loseta es mínimo, ya que en los análisis se demuestra que el cambio en las propiedades físico-químicas del suelo se determina en función de los valores que arrojan los indicadores ambientales.

Retiro del sitio donde se instalaron, dado que estas están apoyadas en el suelo, podrían retirarse y reubicar en algún sitio donde hiciera falta. Al retirarlas provocará huecos y desniveles en el suelo de muy bajo impacto.

Aquellas losetas que se hayan roto, se las puede moler e incorporar como material pétreo a nuevas mezclas de hormigón.

V.14. Matriz de Leopold

La descripción de la matriz realizada se detalla a continuación por fila evaluada.

I	
	F

Figura N° V.12. I es la valoración del impacto en la matriz y F la frecuencia con que sucede

Los valores para los impactos I asignados fueron determinados de manera arbitraria, estableciendo un rango ascendente entre 0 y 4 en función del menor a mayor impacto. Cero equivale sin impacto; uno bajo impacto; dos ni bajo ni alto; tres alto impacto; cuatro efectos irreversibles/ permanentes.

Con respecto a la frecuencia se asignó valores de cero a cuatro según el siguiente criterio, cero (no ocurre); uno (baja probabilidad); dos (puede o no ocurrir 50/50); tres (alta probabilidad que ocurra); cuatro (ocurre regularmente).

Impactos Físicos en el suelo

Fila 1: Propiedades físico químicas del suelo:

Producción de losetas:

F1-C1 Armado de la mezcla: no impacta al suelo debido a que se realiza en un Mezcladora de hormigón.

F1-C2 Agregado de copolímero: Pese a que el plástico elegido para la fabricación de las losetas no libera sustancias dañinas para la salud, y su degradabilidad es extremadamente baja, se encuentra en el orden de cientos de años en degradarse, por lo que su presencia en rellenos sanitarios genera un impacto alto. No impacta encapsulado en el hormigón.

F1-C3 Fraguado: No impacta, dado que las losetas se fabrican en el laboratorio y luego de estabilizarse se instalan.

Colocación de losetas:

F1-C4 Relleno con tierra: no impacta pues las propiedades del mismo son similares a las halladas en el suelo original.

F1-C5 Agregado de arena: La arena de río agregada no afecta el suelo, por ser de origen natural.

F1-C6 Losetas con polímero: El cemento hidrolizado es un material alcalino que modifica el pH del suelo. Como las losetas con polímero presentan menor cantidad de este componente, el pH que presentan se ve reducido (pH: 8) respecto del hormigón tradicional (pH: 13,5) generando un menor impacto en el suelo.

Vida útil:

F1-C7 Loseta con polímero instalada: El cemento hidrolizado es un material alcalino, lo que modifica el pH del suelo. Al reducir la cantidad de cemento utilizado

en la mezcla, la loseta con polímero tiene un pH=8.0, inferior al tradicional. El impacto negativo se ve disminuido respecto al hormigón tradicional.

F1-C8 Rotura y reparación: El cemento hidrolizado es un material alcalino, lo que modifica el pH del suelo. Al fracturarse la loseta se desprenden finos, por lo que el impacto será mayor. El polímero ha probado ser inerte en las condiciones analizadas.

F1-C9 Retiro de losetas: El pasivo que quedará luego de retirar la loseta es mínimo, ya que en los análisis se demuestra que el cambio en las propiedades físico-químicas del suelo es menor que en una loseta con hormigón tradicional.

Fila 2 Impactos físicos sobre la geomorfología del suelo

Producción de losetas:

F2-C2 Agregado de polímero reciclado: Impacto positivo, pese a que el plástico elegido para la fabricación de las losetas no libera sustancias dañinas para la salud, degradabilidad es extremadamente baja, por lo que tarda miles de años en degradarse, por lo que su presencia en rellenos sanitarios genera un impacto alto. La frecuencia es baja por ser pequeña la producción de losetas.

F2-C4 Relleno de tierra: El agregado de tierra genera un impacto positivo al nivelar el terreno y evitando la acumulación de agua en los desniveles. Frecuencia en baja dado que la superficie afectada es acotada.

Colocación de losetas

F2-C5 Agregado de arena: El agregado de arena ayuda a la compactación del suelo y evita la degradación del terreno por eventos climáticos el impacto es positivo. La superficie afectada es escasa.

F2-C9 Retiro de losetas: El retiro de losetas provocará huecos y desniveles en el suelo. Dado que el terreno fue nivelado antes de la colocación de las losetas el retiro no provocará desniveles de importancia. El impacto es mínimo.

Impacto físicos sobre el agua

Fila 3 Calidad de agua de napa

Efecto debido a la producción de las losetas

F3-C2 Agregado de polímero reciclado: Dado que el polímero en estudio no lixivia sustancias nocivas y la mezcla con polímero requiere menor cantidad de agua para su preparación al reducir el agua mejora la resistencia y es más liviano. El impacto es mínimo.

Impacto en la colocación

F3-C5 Por agregado de arena: El impacto es levemente positivo por hacer de absorbente de algún tipo de lixiviado proveniente de las losetas.

F3-C6 Instalación de losetas con polímero: El cemento desprende minerales y en ocasiones metales pesados, no así el copolímero estudiado. Al reducir la cantidad de cemento utilizado en la mezcla, el líquido lixiviado de las losetas contendrá menor cantidad de contaminantes, por lo que el impacto negativo se ve disminuido respecto al hormigón tradicional.

F3-C8 Rotura y reparación: El cemento hidrolizado es un material alcalino, lo que modifica el pH del suelo. Al fracturarse la loseta se desprenden finos, que pueden percolar hacia la napa, por lo que el impacto será mayor que la loseta sin romper. El polímero ha probado ser inerte en las condiciones analizadas.

F3-C9 Retiro de losetas: El pasivo que quedará luego de retirar la loseta es mínimo, ya que en los análisis se demuestra que el cambio en las propiedades físico-químicas del suelo es menor que en una loseta con hormigón tradicional.

Fila 4 Impacto sobre el desagüe cloacal:

F4-C3 Fraguado de las losetas: El impacto es bajo dado que si se requiere el recambio del agua de las piletas de fraguado, la misma se trata para ajustar el pH.

Impacto sobre la atmósfera

Fila 5 Calidad del aire

Producción de losetas

F5-C1 Armado de la mezcla: El impacto es bajo, la mezcla se realiza en el laboratorio de construcciones que cuenta con extractores con filtro de aire, liberan el aire filtrado a los 4 vientos.

F5-C2 Agregado de polímero: Al reemplazar hasta el 50% de la cantidad de cemento en la mezcla, se reduce el material particulado liberado durante la fabricación, respecto a la fabricación de losetas de hormigón tradicional.

F5-C7 Instalación de losetas con polímero, vida útil: El mortero que se aplica sobre la superficie de las losetas impide la degradación del polímero por la acción de los rayos UV que provienen de sol. El desprendimiento de gases contaminantes a la atmósfera es prácticamente nulo, se demostró en el ensayo de interperismo natural.

Fila 6 Impacto sobre la flora:

Colocación de losetas.

F6-C4 Relleno del suelo: Mejora el crecimiento del césped ya que se rellenan áreas que se inundaban. Impacto positivo.

F6-C5 Agregado de arena: Al no disponer de nutrientes, afecta el normal desarrollo de la flora.

F6-C6 Instalación de las losetas: En el sector en el que se colocan las losetas, no hay crecimiento de vegetación. Impacto negativo, la superficie instalada en chica.

F6-C7 Losetas instaladas: El ensayo de toxicidad sobre semillas de lechuga demuestra que el índice de germinación es prácticamente igual que el del blanco. Es decir que la vegetación no se ve perjudicada por la loseta con polímero.

F6-C9 Retiro de losetas: impacto levemente positivo, la flora puede desarrollarse en ese espacio, en cuanto al retiro de losetas pueden ser reubicadas, en un lugar que fueran necesarias.

Impactos biológicos

Impacto sobre la fauna:

Fila 7 Fauna terrestre

F7-C4 Relleno del suelo: Mejora las condiciones del suelo para la reproducción de insectos y microorganismos. Impacto positivo.

F7-C5 Agregado de arena: afecta al normal desarrollo de los insectos y microorganismo en contacto con la loseta.

F7-C6/7 Instalación de losetas con polímero: Los insectos y microorganismos se ven afectados por el aumento de pH. El impacto es bajo ya que la diferencia es mínima respecto al suelo instalado.

F7-C8 Rotura y reparación: El cemento hidrolizado es un material alcalino, lo que modifica el pH del suelo. Al fracturarse la loseta se desprenden finos, por lo que el impacto será mayor en los insectos y la microfauna de los alrededores.

F7-C9 Retiro de losetas: Al retirar las losetas los insectos y microorganismos pueden desarrollarse de manera natural.

Fila 8 Impacto sobre la fauna aérea

En la producción de losetas:

F8-C1 Armado de la mezcla: El impacto negativo es bajo, el polvo que liberan los extractores a los 4 vientos es mínimo por tener filtros en la salida del ducto. Las aves se encuentran en su mayoría alrededor de los árboles, que se encuentran alejados de la ventilación.

F8-C2 Agregado de polímero reciclado: Si se tiene en cuenta que la utilización de polímero reciclado evita que este llegue a un relleno sanitario, donde puede ser ingerido por error por las aves y animales de la zona, el impacto es positivo.

Impactos en la colocación de losetas:

F8-C6 Instalación de las losetas con polímero: Al igual que en los rellenos sanitarios, las aves podrían consumir el plástico contenido en las losetas, pero al estar encapsulado en un 90 %, solo quedan expuestos los polímeros en la superficie de los laterales de la loseta, el impacto negativo es disminuido.

Impactos en la vida útil:

F8-C8 Rotura y reparación: Tiene un impacto negativo bajo por la posibilidad de que las aves ingieran restos de los plásticos antes contenidos en las losetas.

F8-C9 Retiro de losetas Al quedar el suelo expuesto permite el desarrollo de especies que puede ser alimento de las aves.

Impacto socioeconómico en la comunidad:

Fila 9 Interés estético y humano:

Impactos en la producción:

F9-C2 Agregado de polímero: Al reducir el volumen arrojado en rellenos sanitarios, la cantidad de estos se vería disminuida, generando un impacto visual positivo para las comunidades que residen en los alrededores de los mismos. La frecuencia es baja por que la cantidad utilizada para la realización del sendero es pequeña.

Impactos en la colocación:

F9-C4 Relleno de terreno: Genera un impacto positivo ya que se rellenaron áreas que se inundaban.

Impactos durante la vida útil:

F9-C7 Losetas con polímero: El sendero de losetas con polímero armoniza con el paisaje que lo rodea.

F9-C8 Rotura y reparación de las losetas: Las losetas rotas disminuyen la estética del lugar. Impacto negativo bajo

F9-C9 Retiro de las losetas: produce un impacto negativo bajo sobre la estética, generando bacheo y enlodamiento en días de lluvia.

Fila 10 Impacto en la calidad de vida de la comunidad:

Impacto en la producción de losetas:

F10-C2 Agregado de polímeros: Al reducir el volumen arrojado en rellenos sanitarios, la cantidad de estos se vería disminuida, por lo que se liberan menor

cantidad de gases y olores desagradables, lo cual tiene un impacto positivo en la comunidad.

F10-C5 Agregado de arena: El impacto es levemente positivo, la arena es un material absorbente que, en caso de producirse desprendimientos de material tóxico o peligroso de la loseta, esta lo absorberá en primera instancia; impidiendo que llegue al suelo, y posteriormente a la napa.

F10-C6 impactos durante la colocación: Da la posibilidad de aprender el oficio de la colocación a los alumnos becados en el laboratorio de construcciones.

F10-C7 losetas instaladas Los transeúntes se ven beneficiados ya que las losetas evitan la formación de barro y charcos y facilita la circulación en días lluviosos. El impacto es positivo alto.

F10-C8 Rotura y reparación: Mientras la loseta esté rota o durante el tiempo de reparación el camino queda inutilizado. El impacto negativo es bajo.

F10-C9 Retiro de las losetas: Al retirar las losetas de un acceso a una vía de comunicación el impacto es negativo bajo.

Fila 11 Impacto en la salud y la seguridad de la comunidad

F11-C1 Armado de la mezcla: El mezclado se realiza con las condiciones de seguridad necesarias, como barbijo, guantes y antiparras; la liberación de material particulado es bajo debido a que los extractores del laboratorio de construcciones, donde se realiza la mezcla, dispone de filtros. Impacto negativo bajo.

F11-C2 Agregado de polímeros: Dicho agregado se realiza con las condiciones de seguridad necesarias, como barbijo, guantes y antiparras. La reducción del volumen en el relleno sanitario puesto que el 30 % de los residuos son materiales plásticos. lo que da un impacto medio.

Impacto en la colocación:

F11-C5 Agregado de arena: Levemente positivo, por mejorar la estabilidad de la loseta y evitar que se mueva o resbale por lo que mejora la seguridad para los usuarios.

F11-C6 Colocación de la loseta: La colocación se realiza en forma manual, se acercan las losetas en carretilla y se colocan en la base de arena el personal utiliza faja en la cintura para evitar esfuerzos. Durante la colocación no puede utilizarse el sendero. Impacto negativo bajo.

F11-C7 Loseta instalada: La seguridad en la circulación se ve mejorada, debido a obliga a los peatones a circular lejos de las canchas, evitando de esta manera interferir en las actividades o recibir golpes. Por otro lado en los días lluviosos se evitan resbalones. Impacto positivo medio.

F11-C8 Rotura y colocación: Hay un impacto negativo ya que al estar fracturadas, pueden provocar accidentes y lesiones en los peatones. Impacto negativo medio.

F11-C9 Retiro de las losetas: Al retirar las losetas queda un zurco que puede provocar accidentes a los transeúntes.. Las mismas pueden ser reinstaladas en algún sitio donde se requieran, por lo que un impacto negativo se compensa con uno positivo.

Impacto socioeconómico en lo laboral:

Fila 12 Generación de trabajo:

En la Producción de losetas:

F12-C1 Armado de la mezcla/C2 agregado del polímero/C3 fraguado: El impacto positivo es medio, ya que la cantidad de personas empleadas es la misma en las tres situaciones.

En la Colocación de las losetas:

F12-C4 Relleno del terreno: Genera trabajo externo a la facultad, el proveedor del suelo, e interno; los que alisaron la superficie afectada. El impacto positivo es medio la cantidad de personas es chica.

F12-C5 Agregado de Arena: Genera trabajo externo a la facultad, el proveedor de la arena; e interno, los que apisonaron la superficie afectada. El impacto positivo es medio la cantidad de personas es chica.

F12-C6 colocación de las losetas: La colocación se realiza en forma manual, la cantidad empleada es chica por ser el sedero un tramo corto

Durante la vida útil:

F12-C7 Losetas instaladas: no generan trabajo

F12-C8 Rotura y reparación: Genera trabajo tanto para repararlas como para reemplazarlas. El impacto positivo medio.

F12-C9 Retiro de losetas: Genera trabajo al retirarlas y para volver a instalarlas en otro lugar o disponerlas ya que pueden reutilizarse como escombros. El impacto positivo medio, la superficie cubierta es chica.

FILA 13 Impacto socioeconómico laboral: Cursos y capacitaciones

F13-C1 Armado de la mezcla: Dado que los que realizan las tareas son becarios de la facultad, los mismos adquieren mucho conocimiento práctico en la fabricación de productos para la construcción. Impacto positivo alto

F13-C2 Agregado de polímero: Al insertar polímeros a la mezcla, los becarios aprenden nuevas formas de fabricación de elementos para la construcción sustentables, lo que aporta un gran valor a su formación como ingenieros

F13-C3 Fraguado: El personal que realiza las tareas adquiere conocimientos prácticos de los tiempos de fraguado y como mejora la resistencia con el tiempo, esto los capacita para un futuro cuando tengan que controlar una obra. El impacto positivo alto.

F13-C4 Relleno con tierra: Se capacita en cómo nivelar terrenos de manera práctica, conocimiento esencial para un futuro ingeniero civil El impacto es positivo

F13-C5 Agregado de arena: Los becarios involucrados se capacitan en la manera de compactar y asegurar que las losetas tengan una superficie pareja donde asentarse, evitando de esta manera posibles rupturas, el impacto es positivo.

F13-C6 Colocación de las losetas: se capacita a los becarios en la colocación segura y eficaz. El impacto es positivo

F13-C7 Loseta instalada: Se capacita a los becarios en el seguimiento mediante indicadores ambientales la preservación del ecosistema. Impacto positivo.

F13-C8 Rotura y reparación: se capacita a los becarios, como reparar las losetas rotas. El impacto positivo es bajo.

F13-C9 Retiro de losetas: Se capacita al personal involucrado, como retirarlas sin romperlas, para un uso posterior.

Fila 14 Impacto socioeconómico laboral: Salud y seguridad

Producción de las losetas:

F14-C1 Armado de la mezcla: Se considera dado que las personas trabajan con los EPP apropiados (Elementos de protección personal como: barbijo, protectores auditivos, gafas y zapatos de seguridad) Al realizar la mezcla se produce polvo en el ambiente. Impacto negativo medio-

F14-C2 Agregado de polímero: El polímero en sí mismo no provoca ningún efecto adverso en los trabajadores. Al reemplazar hasta el 50% de cemento en la mezcla, el material particulado se ve disminuido, generando un impacto positivo respecto al hormigón tradicional.

F14-C3 Fraguado: Al realizar el fraguado en piletas con agua con cal, dicha preparación puede provocar algún tipo de vapores, que por trabajar con guantes barbijo y demás elementos de seguridad, el impacto negativo es bajo

Colocación:

F14-C4 Relleno del suelo con tierra: Al descargar y nivelar el terreno el personal involucrado deberá trabajar con faja para evitar lesiones en la columna. El impacto negativo es bajo.

F14-C5 Agregado de arena: Al descargar y al compactar la arena el personal involucrado deberá trabajar con faja para evitar lesiones en la columna. El impacto negativo es bajo.

F14-C6 Colocación de las losetas: Debido al peso de la loseta si los becarios no trabajan correctamente puede generar lesiones en la columna o golpes en las extremidades. Las losetas con agregado de polímero son mucho más livianas que las de hormigón tradicional

F14-C9 Retiro de las losetas: Se debe tener especial cuidado al mover las losetas de donde se encuentran instaladas, para no ejercer esfuerzos en la columna. El impacto negativo es bajo por ser más liviana que las de hormigón tradicional.

Fila 15 Impactos Económicos: Valorización del terreno

F15-C4 Relleno de tierra: El terreno se ve levemente revalorizado al evitar acumulación de agua en una zona muy acotada. El impacto positivo es bajo.

F15-C6 Colocación de losetas La colocación del sendero mejora una vía de acceso al predio.

F15-C8 Rotura y reparación: La presencia de losetas rotas va en detrimento del valor del terreno.

Fila 16: Impacto Económico: relación ecológica:

F16-C4 Relleno del terreno: El terreno se ve levemente revalorizado al evitar acumulación de agua en una zona muy acotada. El impacto positivo bajo.

F16-C7 Loseta con polímero instalada: La colocación del sendero mejora una vía de acceso al predio.

F16-C8 Rotura y reparaciones: La presencia de losetas rotas va en detrimento del valor del terreno. El impacto negativo bajo.

MATRIZ DE IMPACTO DE LOSETAS SIN POLÍMERO												
	Producción de Loquetas		Colocación			Vida útil						
	Armado de la mezcla	Fraguado	Relleno con tierra	Agregado de arena	Loseta tradicional	Loseta instalada	Reparación					
Físicos	Suelo	F1:Propiedades FQ	0	0	0	0	-3	-2	-2	1	1	1
		F2:Fisiografía/Geomorfología	0	0	1	1	0	0	0	0	-1	1
		F3: Calidad de agua de la napa	0	0	0	1	-3	-3	-2	-2	1	1
Agua	F4:Cloacal	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	F5:Calidad del aire	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
Flora	F6:Terrestre	0	0	1	-1	-1	-1	0	2	1	1	
	F7:Terrestre	0	0	1	-1	-3	-3	-2	2	1	1	
Fauna	F8:Aérea	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	
	F9:Interés estético y humano	0	0	1	0	3	3	-1	-1	1	1	
Comunidad	F10:Calidad de vida	0	0	0	1	3	3	-1	-1	1	1	
	F11:Salud y Seguridad	-1	2	0	0	1	-1	2	2	0	0	
Socio-Económico	F12:Generación de trabajo	2	0	2	2	2	0	2	2	2	0	
	Cursos y Capacitaciones	3	2	3	1	1	1	2	0	1	1	
Economía	F14:Salud y Seguridad	-2	1	-1	0	-2	0	0	-1	0	0	
	F15:valorización del terreno	0	0	0	1	0	2	2	-1	0	0	
Ecología	F16:Relación Ecológica	0	0	0	1	0	2	2	-1	0	0	
		4	27	3	11	5	5	5	-9	2	0	

MATRIZ DE IMPACTO DE LOSETAS CON POLÍMERO												
	Producción de Loquetas		Colocación			Vida útil						
	Armado de la mezcla	2 Agregado de polímero (rechado)	3 Fraguado	4 Relleno con tierra	5 Agregado de arena	6 Loseta con polímero	7 Loseta con polímero instalada					
Físicos	Suelo	F1:Propiedades FQ	0	3	0	0	0	-1	-1	-1	1	1
		F2:Fisiografía/Geomorfología	0	3	0	1	1	0	0	0	-1	1
		F3: Calidad de agua de la napa	0	1	0	0	1	-1	-1	-1	1	1
Agua	F4:Cloacal	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	
	F5:Calidad del aire	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
Flora	F6:Terrestre	0	0	0	1	-1	-1	0	2	1	1	
	F7:Terrestre	0	3	0	1	-1	-1	-1	2	1	1	
Fauna	F8:Aérea	1	3	0	0	-1	-1	-1	2	1	1	
	F9:Interés estético y humano	0	3	0	1	0	3	3	-1	-1	1	
Comunidad	F10:Calidad de vida	0	2	0	0	1	3	3	-1	-1	1	
	F11:Salud y Seguridad	-1	2	0	0	1	-1	2	2	0	0	
Socio-Económico	F12:Generación de trabajo	2	0	2	2	2	2	0	2	2	0	
	Cursos y Capacitaciones	3	2	3	1	1	1	2	0	1	1	
Economía	F14:Salud y Seguridad	-2	1	-1	0	0	-2	0	0	-1	0	
	F15:valorización del terreno	0	0	0	1	0	2	2	-1	0	0	
Ecología	F16:Relación Ecológica	0	0	0	1	0	2	2	-1	0	0	
		4	27	3	11	5	5	5	-9	2	0	

I	F
1	Frecuencia
0	No ocurre
1	Baja probabilidad
2	50/50
3	Alta Probabilidad
4	Regularmente

0	Impacto
1	Sin impacto
2	Bajo impacto
3	NI bajo ni alto
4	Alto impacto
5	Efectos irreversibles/permanentes

Figura N° V.1. Matriz de Leopold

n

Del análisis por comparación de las matrices de impacto evaluadas en losetas construidas con copolímeros y con hormigón tradicional se extrae como resultado que es mejor para el ambiente la construcción de losetas con agregado de copolímeros.

CAPÍTULO VI - CONCLUSIONES

VI.1.	Introducción	
VI.2.	Análisis de la metodología propuesta	143
VI.3.	Comparación ambiental ventajas y desventajas ambientales de los modelos constructivos realizados en hormigón con copolímero	146
VI.4.	Perspectivas Abiertas.....	147

Resumen:

En este capítulo se hace referencia a los resultados obtenidos en los ensayos realizados y como afectan al ambiente las losetas de hormigón con agregados de copolímeros respecto de losetas de hormigón tradicional. Se hace una evaluación de la metodología utilizada y se proponen unas perspectivas abiertas.

CAPÍTULO VI - CONCLUSIONES

VI.1. Introducción

En capítulos anteriores se han estudiados los impactos producidos por modelos constructivos realizados con hormigón con copolímero, al ser empleados con un fin particular. La metodología aquí propuesta intenta dar respuesta a los requerimientos establecidos por la Ley 11459 de la Provincia de Buenos Aires de Radicación Industrial así como a la Ley Nacional 24051 Residuos Peligrosos. Para llevar adelante dicho trabajo se recurrió a un conjunto de ensayos que permitieron identificar, no solo los impactos producidos sino valorarlos y a partir de ellos proponer indicadores ambientales útiles.

VI.2. Análisis de la metodología propuesta

Existe una gran variedad de metodologías que pueden aplicarse para la identificación y valoración de los impactos ambientales. Sin embargo la selección de una metodología debe estar guiada por el tipo de proyecto y los objetivos del mismo.

El estudio de caso realizado de las losetas de hormigón con agregado de copolímero, instaladas en el predio de la Facultad Regional Avellaneda, permitió elaborar una metodología que consta de tres etapas bien diferenciadas:

Identificación de posibles impactos, basándose en los parámetros seleccionados en el capítulo III y desarrollados en el capítulo V.

Valoración de los impactos, desarrollados en el capítulo IV

Construcción de indicadores ambientales, propuestos en el capítulo V

Uno de los impactos considerados es la eventual lixiviación por parte de las losetas instaladas en el predio de la facultad. En caso de producirse, una porción es retenida por el suelo y el resto va a percolar hacia las napas.

El uso que se le da al agua de la napa en el caso bajo estudio, es riego del predio deportivo lindante al sendero. Los Niveles Guía para agua de irrigación, establecidos como máximos permisibles en el Decreto Reglamentario 831/93 anexo II tabla 5, de

la Ley 24051 son los límites que se tuvieron en cuenta para los lixiviados de las losetas.

El límite permisible de cinc es 2 mg/L, el mayor valor obtenido de los lixiviados producidos por las losetas con agregado de polímero ha sido de 0,49 mg/L, por lo que el valor obtenido es muy inferior al establecido en la ley.

En el caso del plomo. El valor guía es de 0,2 mg/L, siendo el mayor valor obtenido de los lixiviados producidos por las losetas de 0,11 mg/L. En este caso, los valores muestran que no se producirá una contaminación de plomo, debido a la lixiviación de las losetas.

El valor límite para cromo es 0,1 mg/L y se encontró en el lixiviado de las losetas con polímero, un valor de 0,032 mg/L mientras que una loseta de hormigón tradicional arroja valores de 0,078mg/L. De todas las losetas analizadas, las únicas que arrojaron valores positivos para el cromo fueron las elaboradas en 2014, se supone que el valor encontrado es debido al cemento utilizado. Una posible explicación a estos resultados es que las cementeras reciben residuos peligrosos y los queman junto con el Clinker en 1,5 %, lo que ocasiona que se encuentren algunos metales pesados, a pesar que no se incorporan como materia prima en su fabricación.

Los lixiviados de las losetas no presentaron en ningún caso níquel, hidrocarburos ni fenol, los valores fueron inferiores al límite de detección de los métodos utilizados, los que están muy por debajo de lo establecido en la tabla 5 del Decreto Reglamentario 831/93.

Los estudios llevados a cabo por lixiviación del suelo muestran valores que están por debajo de los niveles guía de uso residencial del suelo, propuestos en la ley 24051 Residuos peligrosos en su Decreto Reglamentario 831/93. Se ensayaron el suelo original, el de relleno, suelo debajo de las losetas que se analizaron por lixiviado y en forma directa y además suelo proveniente de exposición junto a una loseta con polímero, a la acción de la luz UV. En ninguna de las muestras de suelo se superaron los niveles guía para cinc y níquel. Se encontró que se superan valores guía de cromo, mientras que la concentración de plomo en suelo original y suelo agregado superan los niveles guía. Es interesante destacar que las concentraciones de cromo

plomo y cinc aumentaron en la muestra de suelo extraída debajo de una loseta rota. Los resultados de los análisis de suelo en forma directa no dieron concentración de cromo, plomo, cinc y níquel superiores a los niveles guía para suelo de uso residencial establecidos en el 831/93.

No se detectó hidrocarburos en los ensayos realizados sobre las matrices de los suelos ni en los lixiviados de las losetas.

Se realizó un monitoreo biológico mediante el ensayo de toxicidad aguda de la lechuga *Lactuca sativa*, que demostró que el hormigón realizado con incorporación de copolímeros es menos tóxico que el hormigón tradicional. En este último caso, los ejemplares mostraron una disminución de la elongación de la raíz del 50% en contraposición a la realizada con losetas con agregado de copolímeros que dieron una disminución del 37% para iguales concentraciones.

Se verificó el comportamiento del impacto sobre la fauna mediante el ensayo de toxicidad aguda con la lombriz *Eisenia Andrei* los resultados confirman los obtenidos con la lechuga *Lactuca Sativa*, es decir el impacto sobre la biota producido por el hormigón con agregado de copolímero es inferior al producido por el hormigón tradicional.

Los ensayos de interperismo natural realizados en 13 de las losetas instaladas dieron negativo ya que no se observó la presencia de carbonilos ni de hidroperóxidos como se detecta en los espectros realizados por infrarrojo. El ensayo de interperismo artificial realizado por exposición a radiación UVA, en forma directa, si se detectó una formación de esteres durante el proceso de envejecimiento. Se puede concluir que a muy largo plazo es posible una foto degradación que es más lenta en las losetas instaladas por estar solo expuestos las caras laterales. Lamentablemente no se pudieron analizar los gases recogidos producto de la oxidación proveniente del Interperismo artificial, debido al bajo volumen recolectado.

El hormigón con copolímero obtenido es resistente al ataque con sulfato de sodio, esto favorece la posibilidad de instalar este tipo de losetas en zonas de salinas o cerca del mar debido a que no va verse afectado.

El pH del suelo original donde se encuentran instaladas las losetas es medianamente alcalino. No se vio afectado en el tiempo por la instalación de los modelos constructivos.

En función de los impactos detectados y valorados que se mencionaron anteriormente se decidió construir dos indicadores ambientales para realizar el seguimiento ambiental en el uso de modelos constructivos que utilicen hormigón con agregado de copolímeros. El primero es un indicador de variación de pH y el segundo un indicador de biotoxicidad.

La matriz de evaluación de impacto ambiental dio un impacto positivo, y comparativamente mejor que la del hormigón tradicional.

VI.3. Comparación ambiental ventajas y desventajas ambientales de los modelos constructivos realizados en hormigón con copolímero

Los hormigones con copolímero disminuyen los impactos ambientales en ciertos aspectos respecto a la utilización de hormigón tradicional.

Ventajas

- Las losetas con copolímero son más livianas que las de hormigón tradicional, esta propiedad hace que la energía para su fabricación es menor y menor el esfuerzo de los trabajadores que las instalan.
- Propiedades ignífugas: El punto de auto ignición del copolímero PE-VCD es mayor a 340 °C, según la hoja de seguridad otorgada por el proveedor, si es expuesto a temperaturas altas no se incendia, lo que fue comprobado en la exposición en un horno a una temperatura de 200 °C, el material no se agrietó ni si incendió, solo se produjo una contracción en el volumen de los plásticos dentro de la loseta.
- Propiedades físicas-mecánicas: el hormigón producido con agregado de copolímeros es lo suficientemente resistente como para poder ser utilizado también en otros modelos constructivos como por ejemplo bloques, bancos de plaza

- Disponibilidad de materiales a menor costo: Los modelos constructivos realizados con hormigón de copolímero son más económicos debido a que una buena parte del cemento es reemplazada por los residuos plásticos provenientes de la industria alimenticia.

Desventajas

- Una de las desventajas encontradas es baja resistencia a la compresión que impide el uso del hormigón con agregado con copolímero para estructuras expuestas a grandes esfuerzos ni tampoco para estructuras de hormigón armado dado el bajo pH del hormigón con copolímero hace que se acelere la corrosión del el armado de hierro.
- En la fase fabricación de es en la que se genera mayor impacto ambiental ya que se suma a lo desarrollado para el hormigón tradicional, la incorporación del copolímero PE-VDC proveniente de los desechos industriales se muele a un tamaño de partícula de 2 a 3 mm² lo que requiere una cantidad adicional de energía que no está considerada en la fabricación del hormigón

De los análisis realizados se puede deducir que el copolímero PE-VDC, no degrada ni lixivia los elementos evaluados, por lo cual, no es necesaria una evaluación de riesgo ambiental de las losetas con incorporación del copolímero PE-VDC.

VI.4. Perspectivas Abiertas

En caso de disponer de mayor tiempo y mejores condiciones tecnológicas, se puede analizar los gases que pudieran emanar los copolímeros utilizados, como así también los impactos generados por otros tipos de plásticos más perjudiciales al ambiente al ser incorporados al hormigón. Otro punto de vista a evaluar es considerar con que plásticos se logra un material con mayor resistencia a la compresión.

Bibliografía

ACI318. (2014). *Requisitos de reglamento para concreto estructural*. (A. C. Institute, Ed.) New York.

Aguado A.; Salla J. M. (Mayo / junio de 1987). *Los hormigones con polímeros*. (C. S. Científicas, Ed.) Informes de la Construcción, 39(389), 62-70.

AHPA American Public Health Association. (2005). *Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry*. En Standard Methods for the examination of water & wastewater (21 ed., págs. 3-25 a 3-30). New York: Edición 21 2005 New York.

Allsopp M., Walters A., Santillo D., Johnston P. (2006). "*Plastic Debris in the World's Oceans*". Amsterdam: Greenpeace.

Ambrosetti. (13 de 05 de 2014). *The European House*. Recuperado el 29 de 05 de 2015, de <http://www.plasticeurope.org>:<http://www.plasticeurope.org/plastics-industry/lasticseurope.aspx>

ANFAH. (2012). *Relación de los hormigones y aditivos con el medio ambiente*. Asociación Nacional de Fabricantes de Aditivos, España.

Arenas, C. (2007). *El impacto ambiental en la edificación para una construcción sostenible*. Madrid: Edisofer.

ASTM128-99 (1999) *Standard Test Method for Maximum Pore Diameter and Permeability of Rigid Porous Filters for Laboratory Use* Sociedad Americana para Pruebas y Materiales. West Conshohocken: ASTM International.

ASTM D.4329. (1999). *Standard Practice for Fluorescent UV Exposure of Plastics*. New York: Association for Testing Materials Internacional.

ASTM D6154 – 97 (1997) "Especificación estándar para el cemento asfáltico modificado químicamente para su uso en la construcción de pavimentos " Sociedad Americana para Pruebas y Materiales. West Conshohocken: ASTM International.

ATHA Asociación Española de fabricantes de tubos de hormigón armado. (2013). *Impacto medioambiental de los tubos de hormigón*. pág. <http://www.atha.es> recuperado 20 de 04 de 2014 http://www.atha.es/atha_archivos/biblioteca/articulos/articulo1.htm.

ATSDR (2005). *Cinc*. (A. P. Enfermedades, Editor) Recuperado el 20 de 04 de 2014, de http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs60.pdf: <http://atsdr.cdc.gov.es>

ATSDR (2007). *Plomo* ATSDR. (A. P. Enfermedades, Editor) Recuperado el 4 de abril de 2010, [WWW.atsdr.gov/es/](http://www.atsdr.gov/es/):<https://www.google.com.ar/url?sa=t&rct=>

j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB0QFjAAahUKEwjcsY6y95LHAhWJjZAKHez5Cf4&url=http%3A%2F%2Fwww.atsdr.cdc.gov%2Fes%2F&ei=VYbCVZyzFImbwgTs86fwDw&usq=AFQjCNHr qxVzO81P_OaHydyzN OubZ_mWOA&bvm=bv.99261572,d.Y2.

ATSDR (2008). *Fenol*. New York: División de Toxicología y Medicina Ambiental ToxFAQsTM. WWW.atsrdr.gov/es

ATSDR (2012). *Cromo*. EEUU: Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. WWW.atsrdr.gov/es

Batelle Columbus. (1972). *Enviromental Evaluation System for water resources plannig* ,Final Report. Ohio: Laboratorio Battelle-Columbus.

Bernstein, M. (2009). *Plastics in oceans decompose, release hazardous chemicals, suprising new study says*. American Chemical Society.

Biblioteca IV - Litart. (20 de Noviembre de 2009). *Compendio de Normas ISO Sistemas de Gestìon de La Calidad. Instituto Politécnico Nacional*.de publicaciones Biblioteca IV-litart. Recuperado2010,de página:<http://www.intercambiosvirtuales/.org>.

Billard, C.E.; Lallana, V.H., y Lallana, Ma. del C. (2004). *Control de Calidad de Bioensayos*. Proyecto financiado por la Secretaria de Ciencia Tecnología e Innovación Productiva. PFIP 2004 (Res. SCTIP 1028/04 Anexo 1) y por la UNER (PID 2111) , Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNER , Parana.

Blanco, F. (2005). *Degradación de materiales poliméricos*. Universidad de Sevilla, Ingeniería Química Industrial, Sevilla. Obtenido de https://www.google.com.ar/?gfe_rd=cr&ei=u7RMVqKVB4OTwASYyaJY&gws_rd=ssl#

Callejón, A. ;Carreño A, ; Sanchez Hermosilla; Perez , J.(2010) *Evaluación de impacto ambiental de centro de transformación y gestión de residuos sólidos agrícolas en la provincia de Almería* (España) Informe de la construcción Vol 62, 518, 79-93 ISSN020-0883

Canter, L. W. (2000). *Manual de Evaluación de Impacto Ambiental*. En L. W. Canter, Manual de Evaluación de Impacto Ambiental (pág. 80). España, España.

Carrasco, F. (2010). *Propiedades del Hormigón Endurecido*. Apunte catedra Hormigones, Universidad Tecnologica Nacional, Ingeniería Civil, La Plata.

Carriquiriborde, M. (2012). Estudio de Impacto Ambiental. Avellaneda: AySA.

Castellese, A. d. (2011). *Hormigón de Ultra-alta Resistencia*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Castillo, G. (2004). *Ensayo de Toxicidad Aguda con Semillas de Lechuga Lactucasativa L*. Mexico, Mexico: IDRC,IMTA.

CEAMSE- FIUBA. (2009). *Estudio de la Calidad de los Residuos solidos Urbanos*. Universidad de Buenos Aires , Instituto de Ingeniería Sanitaria. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires .

CEVE. (2008). *Ladrillos de PET*. CONICET. Cordoba: Centro Experimental de la Vivienda Economica.

CIRSOC- INTI. (2005). *CIRCOC-201*. Recuperado el 5/03/16, de <http://www.inti.gob.ar/cirsoc/201.htm>:
<http://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/201/comentarios/comentarios201xcapitulo/004-COMENTARIOS-CAP-02%20-%202012.pdf>

Costa del Pozo, A. (2012). *Estudio de Hormigones y Morteros Aligerados con Agregados de Plasticos reciclado como áridos y Carga en la Mezcla*. Tesina, Master en Arquitectura, Energía y Medio Ambiente , Universidad Politecnica de Cataluña, Barcelona.

Crosara Alicia , Flores David, Zegarra H.G., Arce J. M., Fernández L. C., Ramirez M. E., Rojas. Raúl Uribe, Romeo Jesús Reyes, Teresa(2006).*Reacción del Suelo*. (s.f.). Facultad de Ciencias. Recuperado el 11 de 08 de 2014, de Cátedra Edafología: <Http://edafologia.fcien.edu.uy>

Cuevas Díaz M. C., Ferrara Cerrato R., Roldan Martin A.Rodriguez Vasquet R. (2006). *Ensayo de toxicidad aguda con la lombriz de tierra Eisenia Andrei*. En Pruebas de Suelo (págs. 221-224). Mexico D. F.

De Francesco, F.,Fidalgo, F Pascua I. (1975). *Geología Superficial de la Llanura Bonaerense*. 6° Congreso Geológico Argentino, Relatorio, Bahía Blanca.

Dellavedova, M. (2011). *Guia Metodológica para la elaboración de una Evaluación de Impacto Ambiental*. Universidad Nacional de La Plata Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Planeamiento Físico. La Plata: Universidad Nacional de La Plata.

Devescovi M. P., Speltini C. T. (2010). *El aporte de la participacion Publica en los Estudios de Impacto Ambiental*. Ciencia, 5(12), 95-110.

Dorn, P. B., T. E. Vipond J. P. Salanitro y H. L. Wisniewksi. (1998). *Assessment of the acute toxicity of crude oils in soil using earthworms, microtox and plants*.

Chemosphere, 845-860, 37 y 5.

DPSN Prefectura Naval Argentina. (10 de 05 de 2010). Recuperado el 15 de 12 de 2015, de: <http://www.prefecturanaval.gov.ar>:

<https://www.google.com.ar/webhp?sourceid=chromeinstant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#>

Duguet, A. M. (2009). *Análisis Comparativo de Costos entre Hormigón Celular y Bloques Huecos*. Recuperado el 28 de 04 de 2014, de Universidad Austral de Chile-Chile, Cubica:

www.chilecubica.com/app/download/6659845654/bmfcim385a.pdf?t=1393538116

Echuri H; Ferraro R Benga. (05 de 2002). *Evaluación de Impacto Ambiental*. (Espacio, Ed.) Obtenido de 3: <http://blogs.unlp.edu.ar/planeamientofau/files/2013/05>

Ecoplast. (2014). *Degradación de los Materiales Plásticos*. Entidad Técnica Profesional Especializada en Plásticos y Medio Ambiente. Buenos Aires: Centro de Investigación Tecnológica. Obtenido de <http://www.ecoplas.org.ar/pdf/nomina.pdf>.

Entidad Técnica Profesional Especializada en Plásticos y Medio Ambiente. (2001). *Degradación de los Materiales Plásticos*. CABA - Argentina: PLASTIVIDA.

EPA/630/P-03/001F (2005) *Guidelines for Carcinogen Risk Assessment* United States Environmental Protection Agency

EPA/630/R-95/002F. (1998). *Ecological Risk Assessment*. United States Environmental Protection Agency, New York.

EPA3050A. (1992). *Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Solids*. US Environmental Protection Agency, Solid Waste, Boston.

EPA3050B. (1992). *Acid Digestion of Sediments, Sludge's, and Solids*. US Environmental Protection Agency, Solid Waste, Boston.

EPASW846. (1980). *Test Methods for Evaluating Solid Waste* - US Environmental Protection Agency, Solid Waste, Boston.

FEARO, stands for Federal Environmental Assessment and Review Office. (1976). *Guidelines for preparing initial environmental evaluation* (Matriz de EIA, FEARO). CANADA: epa.

Fernández Linares Luis Carlos; Rojas Norma Gabriela Avelizapa. (2006). *Análisis físicos y químico en suelo*. En Manual de Técnicas de Análisis de suelo aplicadas a la remediación de sitios contaminados (págs. 19-21). Mexico D.F., Mexico: D.R.º 2006 Instituto Mexicano de Petróleo

Fernandez, Vitoria; Conesa V. (1995). *Valoración cuantitativa del impacto*

ambiental. En Guía Metodológica para la evaluación del impacto ambiental (2 ed., págs. 97-137; 261). Barcelona, Barcelona, España: Ediciones Mundi-Prensa.

Fidalgo, F. y Martínez, R. (04 de 11 de 1983). *Algunas Características Geomorfológicas dentro del Partido de La Plata, Buenos Aires*. Revista Asociación Geológica Argentina 38(2): 263 - 279. Asociación Geológica Argentina, 38(2), 263 - 279. Recuperado el 04 de 10 de 2015, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_serial&pid=0004-4822&lng=es&nrm=iso

Fregüelli, J. (1950). *Rasgos generales de la morfología y la geología de la Provincia de Buenos Aires*. La plata: LEMIT Serie II n° 33.

Gaggino, R. (agosto de 2008). Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados para la auto construcción. INVI, 23(063), 137-163.

García, A. B. (2009). Proyecto “Evaluación de la calidad en laboratorio y en campo de modelos constructivos ecológicos”. Proyecto de investigación, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda, Ciencia y Tecnología.

García A. B.; Mazzeo P. (2010). *Aplicación de residuos de polímeros con aporte del desarrollo de modelos constructivos Ecológicos*. Rumbos Tecnológicos, 2, 95-109.

García, A. B.; Mazzeo. J. P.; Martínez L.; Martínez, G. A. (2014). *Componentes Premoldeados Articulados Ecológicos. Mejora de la Accesibilidad en Áreas Urbanas del Entorno Costero*. congreso Ingeniería 2014 Latinoamérica y Caribe, UTN facultad regional Avellaneda, Buenos Aires.

Gardziella A., L. P. (2013). *Tecnología de los Plásticos*. Recuperado el 9 de 8 de 2015, de <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.ar/2013/10/resinas-fenol-formaldehido.html>: <https://www.google.com.ar/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#>

Gonzalez, M. (1991). *Corrosión Estructuras de concreto*. Perú: ACI.

Horvath, A. (2004). *Materiales de construcción y el medio ambiente*. Universidad de California, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Berkeley California.

ICPA. (05 de 09 de 2000). *Durabilidad de las estructuras: corrosión por carbonatación, influencia del espesor y calidad del recubrimiento*. (I. C. ARGENTINO, Ed.). Cemento(25), páginas 1-5.-Obtenido de <https://www.google.com.ar/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=U TF-#>

Infometeoba. (2 de 9 de 2015). Recuperado el 26 de 09 de 2015, de

<http://infometeoba.blogspot.com.ar/>
https://www.google.com.ar/?gfe_rd=cr&ei=Wn4GVpeAGaqB8QerxZWwCA&gws_rd=ssl#

INTI;CIRCOC.(2005).CIRCOC201.Recuperado.el 5/03/16,de
<http://www.inti.gob.ar/cirsoc/201.htm>:
<http://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/201/comentarios/comentarios201xcapitulo/004-COMENTARIOS-CAP-02%20-%202012.pdf>

IRAM 1525-85 *Agregados. Método de ensayo de durabilidad por ataque con sulfato de sodio*. Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

IRAM 50000. (2000). "*Cementos para Uso General*". Instituto Argentino de Normalización y Certificación

Kaczan, L.; Gutierrez, T.C. (2000). "*Introducción a la Evaluación de Impacto Ambiental*"(2000). Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba. Maestría de Ingeniería Ambiental. Ed. Escuela Cuarto Nivel Académico, Córdoba - Argentina.

Kaplan, D. L., R. Hartenstein, E. F. Neuhauser y M. R. Maleckit. 1980. (1980). *Physicochemical requirements in the environment of the earthworm Eisenia foetida*. En AIMS, Soil Biology and Biochemistry, (págs. 347-352).

Leiva, M. N. (2014). *El reciclaje de PET está en su mejor momento*. CAIRPLAS Newsletter(20), 2.

Lopez Jimeno, C. (1994). Manual de Áridos. (C. L. Jimeno, Ed.) Madrid.

Marambio Oscar;Guzmán Jessica; Pozo Benjamín. *Prueba de Beilstein* (2010). Dr Oscar Marambio. (U. T. Metropolitana, Editor) Recuperado el 19 de 04 de 2012, de E3A2010:https://www.google.com.ar/?gfe_rd=cr&ei=PmusVKX5O8uEqQWAmoDoCg&gws_rd=ssl#.

Marguliz, R. (14 de mayo de 2011). CAIRPLAS. Recuperado el 14 de 01 de 2016, <https://www.google.com.ar/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjel8jvkKrKAhWFEpAKHYJwCU4QFggyMAM&url=http%3A%2F%2Fwww.cairplas.org.ar%2Fhome.html&usg=AFQjCNFndY5ivGaSOXHPyUCHV241tYVEXQ>

Moore J. L., et al. (1973). *A methodology for evaluating manufacturing impact statement for delaware`s coastal zone*. Battelle Memorial Institute, Delaware.

Municipalidad de Córdoba, (2015) *Análisis de sitios para el centro de tratamiento y disposición final para los residuos sólidos urbanos del área metropolitana de la ciudadde*

Córdoba. https://www.google.com.ar/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwid2umEs7LLAhWJgZAKHdW9CIsQFgghMAA&url=http%3A%2F%2Fstatic.cordoba.gov.ar%2Fdocs%2Fambiente%2FISEA_UNC%2FAnálisis%2520de%2520Sitios.pdf&usq=AFQjCNG3wjRNoIpKk5f5Lq1k1sJBAf0-bA&sig2=hVWAACeSbSL5InBDLkM1J

Narosky, T. y D. Yzurdietta. (1993). *Guía para la identificación de las aves de Argentina y Uruguay*. Buenos Aires: Buenos Aires .Vazquez Mazzini.

NCH181of 67. (1967). *Bloques Huecos de Hormigon de Cemento*. Santiago de Chile: Norma Chilena Oficial.

NCH182OF55; *Ensayo de bloques de hormigon*. (1955). (I. N. CHILE, Ed.) Recuperado el 28/4/2014,- WEB SITE:<http://www.inn.cl/normalizacion/consulta/portada/index.php>

NRCS-USDA. (1975). *Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. En Manual Soils Survey Staff (Vol. 1). Colorado, EEUU: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

OECD. (1984) *Organization for Economic Cooperation and Development. Earthworm, acute toxicity tests. Guideline for testing of chemicals N° 207* (adoptado en abril de 1984). OCDE, París, 9 pp.

Ohama Yoshihiko, P. R. E. C., & POLÍMERO, H. . (1997). *Progreso reciente en compuestos de hormigón polímero materiales*. Master Oficial en Proyecto de Arquitectura y Ciudad, Universidad de Alcalá, Departamento de Arquitectura, Ancala.

O'Neill R.;Russell L. Hill. (2001). *Guía para la Durabilidad del Hormigón*. Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Comité ACI201. Buenos Aires: INTI.

ONU. (2014). *La Economía Social y Solidaria y el Reto del Desarrollo Sostenible*. Organización de las Naciones Unidas, Grupo de Trabajo, Interinstitucional de las Naciones Unidas sobre Economía Social y solidaria. Ginebra: Copyright © TFSSE.

Pereyra, F. (julio- septiembre de 2004). *Geología urbana del área metropolitana bonaerense y su influencia en la problemática ambiental*. Revista de la asociación Geologica Argentina, 59(3), 10-11.

Perez F., Gazulla C. (2009). *Ciclo de vida de diferentes bolsas de supermercado*. Universidad Pompeu Favra, Investigación en Gestión Ambiental. Barcelona: C.I.T.

PNUMA. (2011). *Unepyearbook: Emerging Issues in Our Global Environment 2011*. Naciones Unidas.

Priano, M. E. (2007). *Análisis Ambiental Urbano del partido de Avellaneda*. Tesis

doctoral, Universidad de Flores.

Rabek, J. (1995). *Polymer Photodegradation: Mechanisms and experimental methods* (1ª ed.). Londres, Reino Unido: Chapman y Hall.

Ramirez Ortiz. (04 de 1998). *La multiple identidad del hormigón*. Informe de la construcción, 454, 77-83.

Reynoso, F. (2013). *Criterios para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental* (1ª ed.). Ciudad Autónoma de Buenos Aires C.A.B.A., Argentina.

Riveros, S. C. (2010). *Diseño para la prolongación del ciclo de vida de productos poliméricos*. Tesis de Grado, Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Arquitectura y Diseño, Carrera Diseño Industrial, Bogotá D.C.

Saldarriaga, A. (1995). *Paisaje Urbano*. En A. Saldarriaga, La Administración del Paisaje Urbano: Una crítica y una proposición, en procesos urbanos (pág. 48). Colombia: Tercer Mundo Editores. Recuperado el 10 de 10 de 2015, de Vicerectoría Académica, :<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/palmira/5000455/modulos/modulo1/lec2.htm>.

Sallas, J. (1987). *Los hormigones con polímeros en la construcción: propiedades y aplicaciones*. (Torroja, Ed.) Informe de la Construcción, Vol 39(No 389), 61-72.

Santamaría, R. S. (1996). *Aspectos biotecnológicos del proceso de vermicomposteo y su aplicación agronómica*. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Agrícolas, Mexico D.F.

Sobrero M. C., Ronco A. (2006). *Ensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga Lactuca Sativa*. En *Ensayos de agua dulce* (2 ed., Vol. 1, págs. 55-67). Mexico D.C., Mexico: Secretaria de Medio ambiente y recursos Naturales INECC .

Sorensen J.(1971). *Framework for identification and control of resources degradation and conflict in multiple use of the coastal*. Universidad de California , of landscape architecture, Berkeley, California.

Tonelli, M. (2013). *Los plásticos tienen mucho para dar: Reciclado y Valorización*. Ecoplas, el plástico protege el medio ambiente, 1.

USEPA600-R-02 (2002) March 2008 *Procedures for the Derivation of Equilibrium Partitioning Sediment Benchmarks (ESBs) for the Protection for the protection benthic organisms: dieldrin*". Washington, DC: USEPA.

Vasquet, Á. G. (2007). *Metodologías de EIA*. Facultad de Ciencia Biológicas , Universidad Nacional Pedro Luis Gallo , Perú.

Washington State Department of Ecology (WSDE). (1996). *Earthworm Bioassay*

protocol for soil toxicity screening. Washington State Department of Ecology, New York.

Watson R. T.; *habitat loss coupled with other environmental stress factors ... is perhaps inducing climate change* IPCC. (2002). <http://www.ipcc.ch>. (G. Habiba, S. Avelino, W. Robert, & Dokken, Edits.) Recuperado el 08 de 07 de 2015

Weiss K.R. (2006). *Altered Oceans: Plague of Plastic Chokes the Seas*. Los angeles: The Los Angeles Times.

Wilson, J. J., J. Hathcer y J. S. Goudey. . (2002). *Ecotoxicological endpoints for contaminated site remediation*. *Annali dell' Istituto Superiore di Sanità* , 38(2), 143-147.

ANEXO I:
Hoja de Seguridad

SECCION 5 - PROCEDIMIENTOS PARA COMBATIR INCENDIOS

Punto de inflamación: No aplicable Temperatura de autoignición: >340°C

Límite de inflamabilidad (inferior):

Límite de inflamabilidad (superior):

Medios de extinción: Espuma, dióxido de carbono, niebla, polvo químico, agua

Riesgos de incendio y explosión:

Procedimientos especiales para combatir incendios: Utilizar protección respiratoria.

Códigos de peligro NFPA: Salud:
Inflamabilidad:
Reactividad:
Riesgos especiales:

SECCION 6 - PROCEDIMIENTOS EN CASO DE DERRAME O FUGA

SECCION 7 - ALMACENAMIENTO Y MANIPULACION

Temperatura de almacenamiento:

Promedio de vida en almacén:

Sensibilidad especial:

Precauciones a tomar en su manipulación y almacenamiento: El material debe ser almacenado a una temperatura máxima de 30°C (para mantener óptimas propiedades).

SECCION 8 - CONTROL DE LA EXPOSICION Y PROTECCION PERSONAL

Límites de exposición PIEL OSHA:

TLV ACGIH:

Código de peligro HMIS: Salud
Inflamabilidad
Reactividad
PPE

(Equipo de Protección Personal)

SECCION 8 - CONTROL DE LA EXPOSICION

Protección respiratoria:

Protección de los ojos:

Ropa protectora:

Ventilación: Para remover vapores provenientes del proceso de soldadura.

Otros: Aspiración local

SECCION 9 - PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Forma: Bolsa plástica

Color: Claro

Olor: Ninguno

Densidad de vapor (Aire=1):

Peso molecular:

Punto de fusión: 98 - 145°C

Punto de ebullición:

Presión de vapor:

Peso específico: 1.0 g/cm³

Densidad aparente:

Solubilidad en agua: Despreciable

% Volátiles por volumen:

SECCION 10 - ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad: Estable

Polimerización: No ocurre

Condiciones que evitar:

Materiales incompatibles: Temperatura por encima de 30°C. Exposición directa a la luz solar

Productos de descomposición peligrosos: Dióxido de carbono, monóxido de carbono, cloruro de hidrógeno, varios hidrocarburos y productos de oxidación de hidrocarburos por combustión. Sub-productos clorados, aldehidos, ácido fórmico y ácido acético pueden producirse también, dependiendo de la temperatura de combustión.

SECCION 11 - INFORMACION TOXICOLOGICA

Datos de toxicidad: DL₅₀, oral:

DL₅₀, dermal:

DL₅₀, inhalación:

SECCION 11 - INFORMACION TOXICOLOGICA (cont)

Fecha de Vigencia: 02/01/97

Página 3 de 5

Revisado por:

Luis Marcheschi

Material fue traducido para uso interno del personal de Sealed Air Argentina exclusivamente.

Via(s) principal(es) de exposición:

Inhalación:

Contacto con la piel:

Contacto con los ojos:

Ingestión:

Efectos crónicos:

Carcinogenicidad:

Mutagenicidad:

Efectos a la reproducción:

Tertogenicidad y Fetotoxicidad:

SECCIÓN 12 - INFORMACION ECOLOGICA

No existen datos aplicables a esta sección.

SECCIÓN 13 - METODO DE ELIMINACION DE DESECHOS

Reciclado, recuperación de energía, incineración o relleno sanitario, de acuerdo con regulaciones locales.

SECCIÓN 14 - DATOS DE TRANSPORTE

DOT: No reglamentado

IMO: No reglamentado

Clase IATA/ICAO: No reglamentado

Cantidad reportable (RO): No aplicable

SECCIÓN 15 - INFORMACION SOBRE REGLAMENTOS

Clasificación OSHA:

Clasificación TSCA:

Sustancias extremadamente peligrosas SARA 302:

Tipo de peligro SARA 311/312:

Ingrediente(s) enumerado(s) SARA 313:

Clasificación RCRA:

SECCIÓN 16 - OTRA INFORMACION

Las bolsas Cryovac BB4 L han sido aprobadas para el envasado de productos alimenticios por los siguientes organismos sanitarios:

- Laboratorio Central Salud Pública de la Provincia de Buenos Aires
Certificado N° 02-309.532./91
- Servicio Nacional de Sanidad Animal
Resolución N° 191/92

ANEXO II:

Protocolos de Análisis

