

Costa Esmeralda, experiencias en el manejo de pluviales aplicando Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible.

Gustavo A. Villalba¹, Nicolás Malegni², Aquiles Linfante³, Fernando Curto⁴

1 Licenciado en Planificación y Diseño del Paisaje, Sub Director de Espacios Verdes, Costa Esmeralda, alumno de la carrera de Doctorado UBA hasta 2015. gvillalba@costa-esmeralda.com

2 Arquitecto, Jefe de Obras Particulares e Infraestructura, Costa esmeralda

3 Ingeniero, Gerente de Costa Esmeralda

4 Arquitecto, Director de Obras Particulares, Costa Esmeralda

RESUMEN

El manejo de pluviales urbanos en localidades costeras del partido de La Costa y partidos vecinos, se ha supeditado, en general, a la implantación de desagües perpendiculares a la línea litoral, el desvío del agua de lluvia y la reducción de superficie absorbente disminuyen la infiltración y limitan la recarga del acuífero (Bensey 2017). Para Perales Momparler et al (2008) los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenibles (SUDS), también conocidos como BMP's (Best Management Practices) reproducen, en la medida de lo posible, el ciclo hidrológico natural previo a las actuaciones antrópicas. De este modo se cumple el objetivo de disminuir la cantidad y la calidad de la escorrentía y se maximiza la integración paisajística y el valor social y ambiental de la actuación. Costa Esmeralda se encuentra emplazado sobre el ecosistema de dunas costera bonaerense (Monserrat 2010). Durante el período comprendido entre los años 2012 y 2017 el número de viviendas construidas paso de 220 a 1430. Paralelamente durante este lapso, se han registrado con mayor frecuencia lluvias intensas en poco tiempo. El estado actual del desarrollo urbano, su particular trama orgánica y el suelo arenoso, que permite mayor carga hidráulica que el limo y la arcilla (EPA, 2000), alientan la utilización de las prácticas SUDS para resolver problemas de inundación urbana. Desde 2016 se han saneado 19 puntos críticos utilizando distintas herramientas, zanjas vegetadas, badenes, drenes de infiltración, pozos absorbentes, entre otros, con resultados favorables.

Palabras claves: SUDS - Manejo - Pluviales Urbanos - Inundación

INTRODUCCIÓN

Costa Esmeralda es un barrio privado ubicado en el km 380 de la ruta provincial N° 11, pertenece al partido de La Costa y su margen sur linda con el partido de Pinamar. Tiene una superficie aproximada de 1.000ha, con 3km de costa, sus características de manejo con respecto a la geomorfología en la que se ve implantado son similares a otras prácticas realizadas en urbanizaciones vecinas, fijación de dunas por medio de vegetación, utilizando en mayor medida *Pinus radiata*, *Pinus pinaster*, *Acacia longifolia* y en menor medida *Eucaliptus* sp. algunos sectores se han tratado con rollo de rastrojo de soja y siembra al voleo de variedades de gramíneas y senecios.

Su diseño urbano, un trazado orgánico de 14 barrios interconectados por bulevares, se difiere de otras urbanizaciones cercanas. Esta propuesta urbanística, que presenta gran cantidad de espacios comunes, rotondas y cul-de-sac permite disponer de superficies de absorción para llevar a cabo estrategias SUDS.

Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenibles son prácticas no estructurales para remediar inundaciones urbanas (Perales Momparler 2008). Su aplicación en Costa Esmeralda ha permitido resolver problemas de inundación a escala de sitio.

El presente trabajo busca comunicar las acciones llevadas a cabo en un barrio privado con singulares características utilizando herramientas SUDS para tratar las inundaciones urbanas, cada vez más recurrentes, causadas en mayor medida por el aumento de la frecuencia de altas tasas de precipitación y en menor medida por la disminución de la superficie absorbente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Costa Esmeralda se encuentra al este de la provincia de Buenos Aires, dentro del partido de La Costa, Fig. 1.



Fig. 1 área de estudio

Emplazada sobre el denominado ecosistema de médanos costero, presenta un frente marítimo de 3km y sus características geomorfológicas de Duna Costera, Crestas transversales, Barjan, Crestas barjanoides reversibles y Dunas en voladuras lo encuadran en una unidad de Campo de Dunas Activo (Marcomini et al 2008). “El campo de dunas activo se distribuye como una faja paralela a la línea de costa y alcanza su mayor extensión al sur de Punta Médanos. Ocupa una superficie estimada en 275 km² y se extiende a lo largo de unos 100 km de costa desde Punta Médanos hasta las inmediaciones de la laguna de Mar Chiquita. El mismo ha sufrido numerosas modificaciones durante los últimos 40 años debido fundamentalmente a la urbanización y forestación.” Marcomini et al (2008). Fig. 2



Fig. 2 Costa Esmeralda, mensura sobre imagen Google Earth del 2003

El trazado urbanístico orgánico que carece de vías transversales al litoral Fig. 3 y la conservación del relieve original permiten preservar el ciclo hidrológico alojando el agua de lluvia en cubetas naturales. Estas cubetas generalmente se ubican en lo que para el Master Plan se denomina espacio común, pero algunas se encuentran en calzadas principales o secundarias afectando el uso normal de las vías, de forma secundaria se pueden mencionar que estos sitios presentan problemas estéticos de índole paisajísticas.



Fig. 3 Costa Esmeralda, mensura sobre imagen Google Earth del 2016

Determinación del Punto Problema

Se confeccionó un GIS para utilizar como herramienta de mapeo. Con una foto aérea ortorectificada como base se establecieron distintas capas vectoriales como ser: calles, calzadas, veredas, parcelas, redes de servicio y una capa identificando los puntos de inundación. Fig. 4

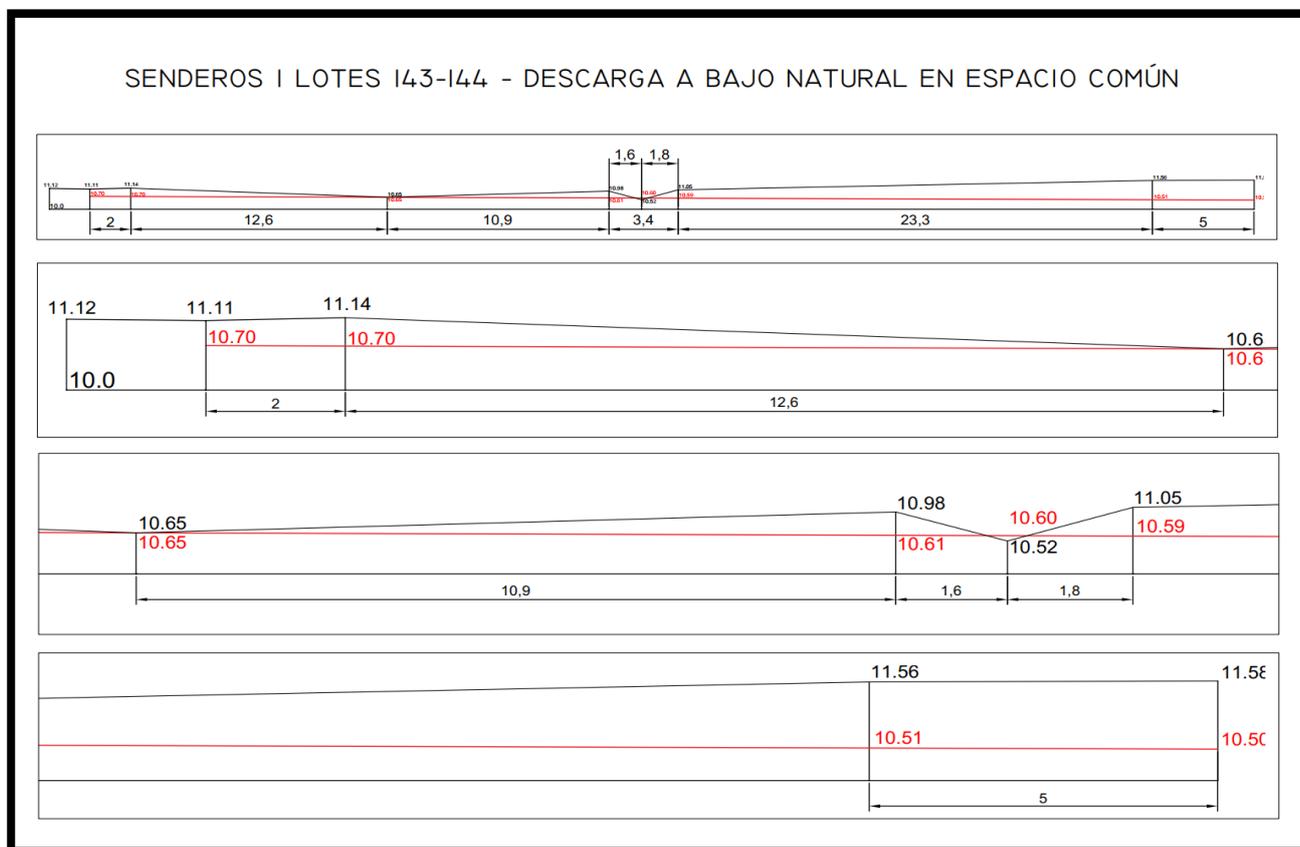


Fig. 4 GIS realizado con QGIS

En base a un DEM se obtuvo una capa de curvas de nivel con equidistancia 1m que permitió proyectar las tareas de relevamiento altimétrico en cada punto de intervención, Fig. 5, posteriormente se realizaron perfiles altimétricos con nivel óptico de 30x para cada caso mapeado. Dibujo 1



Fig. 5 Curvas de nivel obtenidas del DEM y punto problema.



Dibujo 1. Perfiles para uno de los puntos problema.

Utilizando las curvas se demarcaron las cuencas de aporte para cada punto problema, la superficie se limita al espacio de calzada y vereda, dado que el reglamento de construcción exige que cada particular trate sus pluviales internamente. Fig. 6



Fig. 6 Cuenca de aporte al punto problema.

Cálculo de volumen

Codolà Roselló, P. (2015) recomienda, para una red de drenaje sostenible, calcular las lluvias de diseño para los períodos de retorno de 1 y 0,1 año, dado que el rendimiento de los SUDS es bastante menor a los rendimientos obtenidos por los sistemas de drenaje tradicionales.

Para establecer la lluvia de diseño con datos locales, comenzamos a registrar desde julio de 2017 con un pluviómetro de lectura directa marca Nosso la precipitación y conjuntamente el tiempo de duración. El período de registro abarca 14 meses. El mes 1 y el mes 12 registran la mayor tasa, 15mm/h. El mes 4 registra la mayor precipitación, 90mm (pp max), que transcurre en un tiempo (t) de 24 hs. Gráfico 1

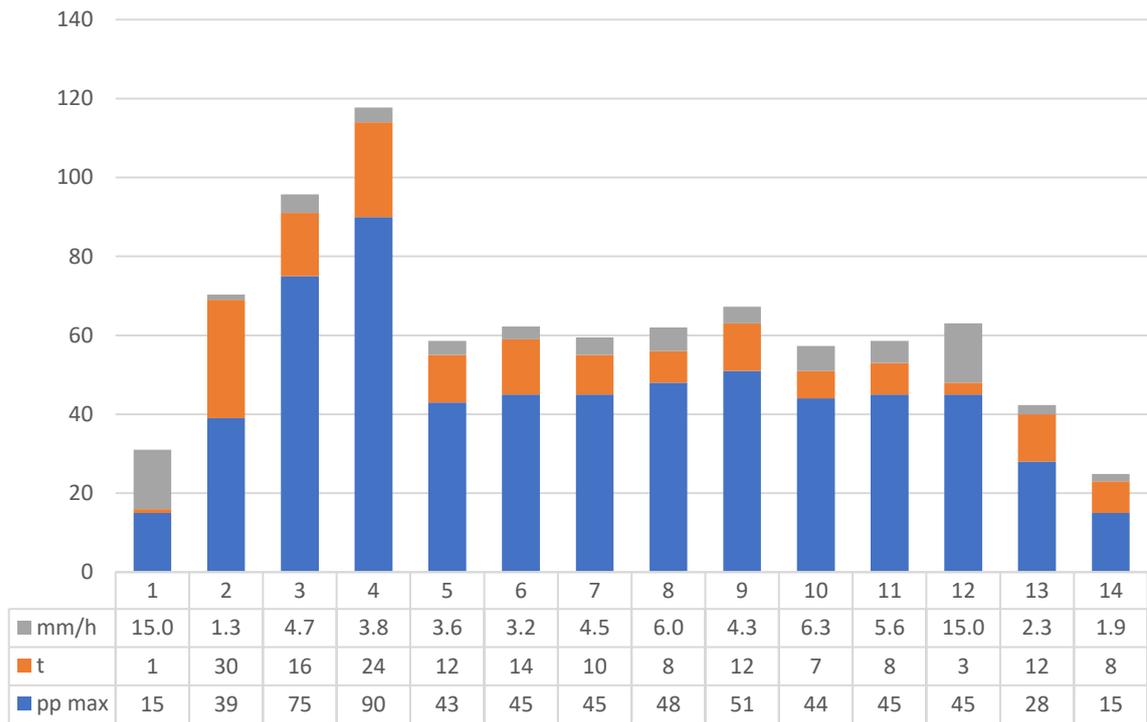


Gráfico 1. Tasa de precipitación máxima mensual para un registro de 14 meses.

En base a los registros podemos establecer una lluvia de diseño de 15mm, pero considerando la trama urbana dispone de gran cantidad de espacios comunes, muchos de ellos con superficies mayores a 1ha, el tamaño de la cuenca hidrográfica urbana que no llegan a superar 1ha de superficie, el período de mantenimiento de las áreas drenantes y a la velocidad de infiltración es que se adopta como lluvia de diseño de 30mm.

Se determino el volumen de carga para cada cuenca, considerando un coeficiente de escorrentía para calzada, consolidada con tosca y arena por partes iguales y otro para vereda, formada por suelo natural y algo de cobertura cespitosa. Martinez (2006) desarrolla distintas formas de conocer el valor de escorrentía en relación con el tipo de suelo, grado de humedad, pendiente y cobertura, conjuntamente publica una serie de tablas de varios autores considerando distintas variables. Para este trabajo se ha tomado como coeficiente de escorrentía los valores de la Tabla 1 según la pendiente para cada cuenca.

Tabla 1. Coeficientes de escorrentía, según Benítez et al. (1980), citado por Lemus & Navarro (2003) en Martínez (2006)

Cobertura de Suelo	Tipo de Suelo	Pendiente (%)				
		0-1	1-5	5-20	20-50	>50
Sin vegetación	Impermeable	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80
	Semipermeable	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70
	Permeable	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
Cultivos	Impermeable	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70
	Semipermeable	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60
	Permeable	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65
	Semipermeable	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55
	Permeable	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35
Hierba	Impermeable	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60
	Semipermeable	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
	Permeable	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30
Bosque, vegetación densa	Impermeable	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55
	Semipermeable	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45
	Permeable	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25

 Coeficiente para calzada

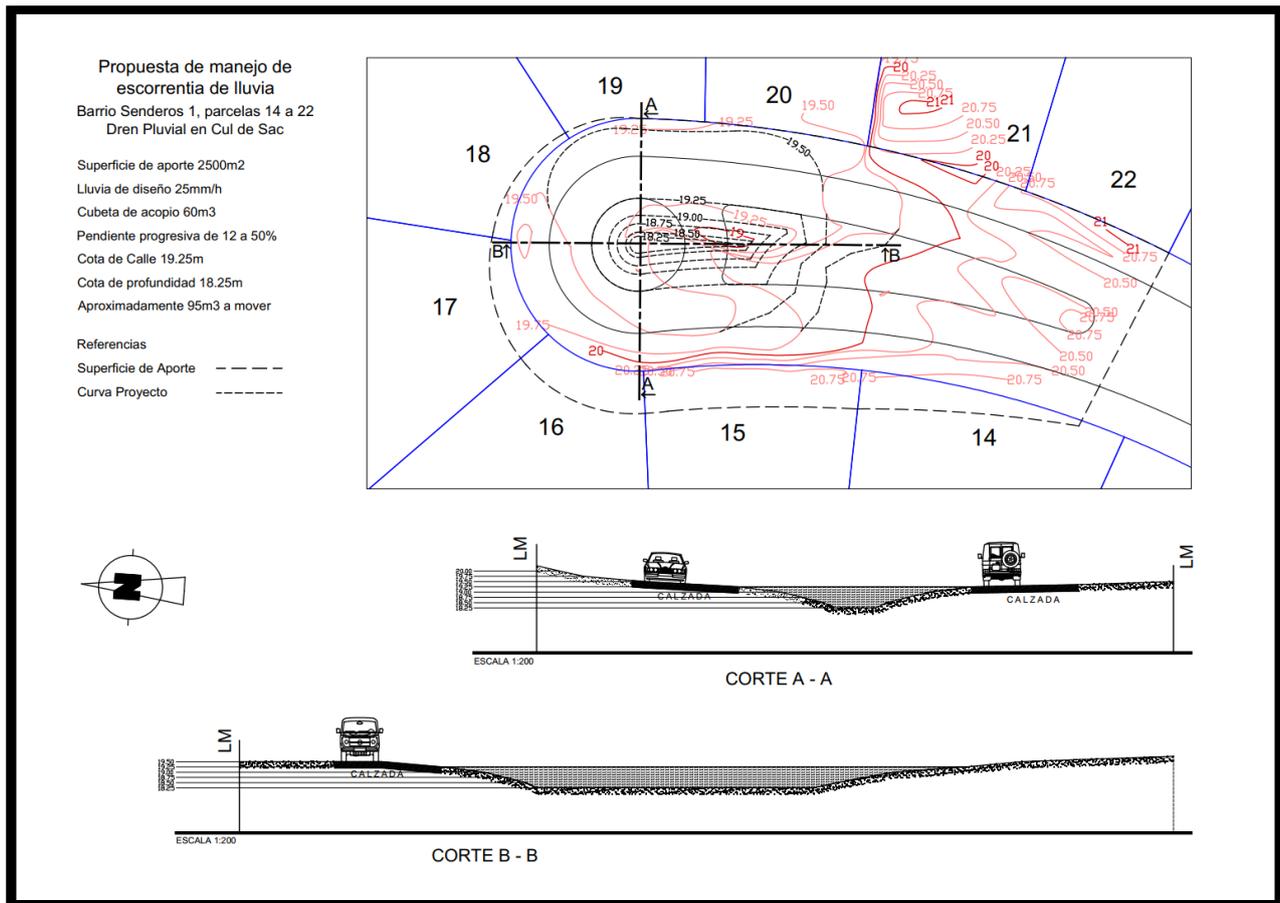
 Coeficiente para vereda

Tipo de Intervención

En relación con los perfiles topográficos, las condiciones de los puntos de captación y el volumen a captar se establecieron los tipos de intervención, Tabla 2 y Dibujo 2

Tabla 2. Tipos de intervención

N° de Punto	Ubicación	Volumen	Superficie Cuenca m2			Tipo de intervención
			Calzada	Vereda	Total	
1	D1-197	61.62	1.713	2.850	4.563	Boca de acceso, pozo de decantación, entubado, dren natural
2	D1-006	130.73	3.994	5.206	9.200	Boca de acceso, pozo de decantación, entubado, dren construido
3	D2-396	18.52	540	798	1.338	Badén a cielo abierto, dren construido
4	S1-019	21.75	500	1.250	1.750	Dren construido
5	S1-049	38.21	1.200	1.445	2.645	Badén a cielo abierto, dren construido
6	S1-185	83.94	2.697	3.034	5.731	Badén central a cielo abierto, dren construido
7	S1-089	33.30	1.003	1.360	2.363	Dren construido
8	S1-164	29.88	690	1.710	2.400	Boca de acceso, pozo de decantación, entubado, dren construido
9	S1-155	17.22	535	665	1.200	Dren construido
10	S2-139	111.92	3.465	4.351	7.816	Dren construido
11	S2-046	20.46	565	955	1.520	Dren construido
12	R1-074	31.88	875	1.500	2.375	Boca de acceso, pozo de decantación, volumen de infiltración
13	R1-144	53.01	1.560	2.250	3.810	Boca de acceso, pozo de decantación, entubado, dren natural
14	R1-101	67.85	1.980	2.919	4.899	Badén a cielo abierto, dren construido
15	R1-448	22.52	660	962	1.622	Dren construido
16	G2-655	108.39	3.650	3.527	7.177	Dren construido
17	G1-154	12.21	300	657	957	Dren construido
18	G1-108	88.10	2.670	3.559	6.229	Dren construido
19	E1-039	87.66	2.628	3.608	6.236	Boca de acceso, pozo de decantación, entubado, dren construido



Dibujo 2 Proyecto de intervención para el punto N° 4 S1-019.

Boca de acceso, pozo de decantación, entubado, dren construido o natural

Este sistema comprende un conjunto de 2 aros de hormigón premoldeado enterrados, dejando una saliente de 15 a 20cm para recortar con amoladora una boca de acceso, el aro inferior sirve para acumular las partículas que precipitan, el superior para realizar la boca de acceso y la conexión de tubos. Por sobre los aros se coloca una tapa premoldeada sin sellar que permite el acceso para control y mantenimiento. El entubado se conecta al sistema de aros por debajo de la boca de acceso, se han utilizado caños de PVC Stándar y del tipo Novafort con una pendiente del 0.3%, en los casos que la traza del entubado debe quebrar se coloca un conjunto de aros sobre lecho de piedra con tapa de acceso para evitar codos y facilitar el mantenimiento. Fig. 7 y Fig. 8



Fig. 7 A-Boca de acceso con pozo de decantación, B-Entubado de PVC Standard, C-Dren construido



Fig. 8 A-Boca de acceso con pozo de decantación, B-Entubado de PVC tipo Novafort y cámara de inspección en quiebre de traza, C-Dren natural

Badén a cielo abierto, dren construido

Este sistema comprende un badén a cielo abierto con pendiente del 1% que se conecta a un dren construido en cercanías. Fig. 9



Fig. 9 A-Badén a cielo abierto, B-Dren construido

Dren construido

Este sistema se aplicó en los casos que los punto problema se encontraran en espacios que permitieran instalar un dren de absorción como por ejemplo cancheros centrales, rotondas, cul-de-sac y otros. Fig. 10



Fig. 10 Dren construido en cul-de-sac

RESULTADOS

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios. Los proyectos llevados a cabo resolvieron los problemas de inundación.

Para lluvias de 30mm en suelo con un bajo nivel de humedad el tiempo de infiltración no alcanza las 24hs.

Se observó que luego 30mm de precipitación, con un estado inicial de suelo con baja humedad, el tiempo de infiltración en los drenes de absorción fue de unas 24hs.

Para las mismas condiciones de precipitación, pero con un estado inicial de humedad en suelo alto, el tiempo de infiltración se extendió a 48hs.

El mayor registro de precipitación hasta el momento ha sido 90mm en 24hs, con un estado inicial de humedad de suelo medio, el tiempo de infiltración fue de 96hs.

Con el tiempo el dren de absorción fue perdiendo su tasa de infiltración, debido al depósito de partículas finas que genera una capa muy poco permeable. La remoción de esta capa permitió recuperar la tasa de infiltración.

La figura 11 muestra los resultados obtenidos en el punto problema N°13.



Fig. 11 Antes y después en punto N°13 - R1-144

CONCLUSIONES

La implementación de políticas SUDS en Costa Esmeralda permite resolver problemas de inundación urbana con bajo costos de inversión. Por otro lado, estas prácticas favorecen la conservación del ciclo del agua. Como resultado indirecto se obtienen nuevos espacios urbanos que pueden ser intervenidos paisajísticamente con especies palustres muchas de ellas autóctonas, de manera de contribuir a la conservación de la fauna y flora local.

Agradecimientos: a EIDICO y al personal de Costa Esmeralda por su labor y colaboración.

BIBLIOGRAFÍA

- Bensey G., 2017. *La percepción ambiental del turista en destinos del litoral. Estudio comparativo entre Villa Gesell y Pinamar (Argentina)*. IV Congreso Latinoamericano de Investigación Turística. Facultad de Ciencias Sociales y Económicas. UNMDP.
- Codolà Roselló, P., 2015. *SUDS: Metodología de cálculo y experiencias en áreas urbanas*. Universitat Politècnica de Catalunya. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/78104>.
- EPA, 2000. *Folleto informativo de sistemas descentralizados*. EPA 832-F-00-079. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, D.C. United States
- Marcomini S. C. y López R. A., 2008. *Erosión y manejo costero de Villa Gesell*. Unión por Gesell Ed. Biblioteca Digital de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UBA.
- Martínez de Azagra Paredes A., 2007. *Método de los coeficientes de escorrentía. Mauco Generalizado*. Revista Medio Ambiente. Recursos Hídricos N° 65, ISSN 1900-6241. Polifonía Editores, Valladolid, España.
- Monserrat A. L., 2010. *Evaluación del estado de conservación de dunas costeras: dos escalas de análisis de la costa pampeana*. Tesis doctoral. Biblioteca Digital de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UBA.
- Perales Momparler S. y Doménech I., 2008. *Los sistemas urbanos de drenaje sostenible: Una alternativa a la gestión del agua de lluvia*. IX Simposio de Hidrología Elche, Alicante, España