

An aerial photograph showing the coastal town of Punta del Diablo. The town is built on a grid of streets, with buildings and vegetation visible. To the right, the town meets a sandy beach and the ocean. The water is a deep blue-green color. The coastline is irregular, with several small inlets and peninsulas. The surrounding area includes green fields and more dense vegetation.

DRENAJE SUSTENTABLE Y COSTAS

Punta del Diablo

Montevideo, 22 de mayo de 2020

INDICE PRESENTACIÓN

- 1 – INTRODUCCIÓN - DRENAJE SUSTENTABLE
- 2 – COSTAS Y DRENAJE SUSTENTABLE
- 3 – CASO DE APLICACIÓN:
Playa del Rivero y Grande - Punta del Diablo

1 - INTRODUCCIÓN: DRENAJE SUSTENTABLE

Tabla 4.1. Etapas del desarrollo sustentable urbano en los países desarrollados

Años	Período	Características
Hasta 1970	Higienicista	Abastecimiento de agua sin tratamiento de cloacas, transferencia hacia aguas abajo del escurrimiento pluvial por canalización
1970-1990	Correctivo	Tratamiento de cloacas, amortiguamiento cuantitativo del drenaje y control del impacto existente de la calidad del agua pluvial. Involucra, principalmente, la actuación sobre los impactos.
1990* -?	Sustentable	Planeamiento de la ocupación del espacio urbano, obedeciendo a los mecanismos Naturales del escurrimiento; Control de los microcontaminantes, de la polución difusa y el desarrollo sustentable del escurrimiento pluvial a través de la recuperación de la infiltración.

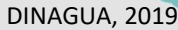
* período que se inició este tipo de visión

Fuente Tucci, Gestión de inundaciones urbanas

1 - INTRODUCCIÓN: DRENAJE SUSTENTABLE

Aspectos de las aguas pluviales	Enfoque convencional – Aguas pluviales como una ‘molestia’	Enfoque alternativo – Aguas pluviales como un ‘recurso’
Cantidad	Las aguas pluviales se transportan fuera de las zonas urbanas lo más rápido posible	Las aguas pluviales se atenúan y se retienen a través de una fuente que les permita infiltrarse en los acuíferos y fluir gradualmente en los cuerpos de agua receptores
Calidad	Las aguas pluviales son tratadas junto con residuos de origen humano en plantas de tratamiento de aguas residuales y/o se descargan sin tratamiento en cuerpos receptores de agua	Las aguas pluviales son tratadas con sistemas descentralizados naturales tales como los suelos, la vegetación y los estanques
Actividades recreativas y beneficio público.	No se considera	La infraestructura de las aguas pluviales está diseñada para mejorar el paisaje urbano y proporcionar oportunidades de recreación
Biodiversidad	No se considera	Los ecosistemas urbanos son restaurados y protegidos a través del uso del agua de lluvia para mantener y mejorar los hábitats naturales
Recursos potenciales	No se considera	Las aguas pluviales se cosechan para el abastecimiento de agua y son retenidas para apoyar a los acuíferos, vías fluviales y la vegetación

Switch,2011

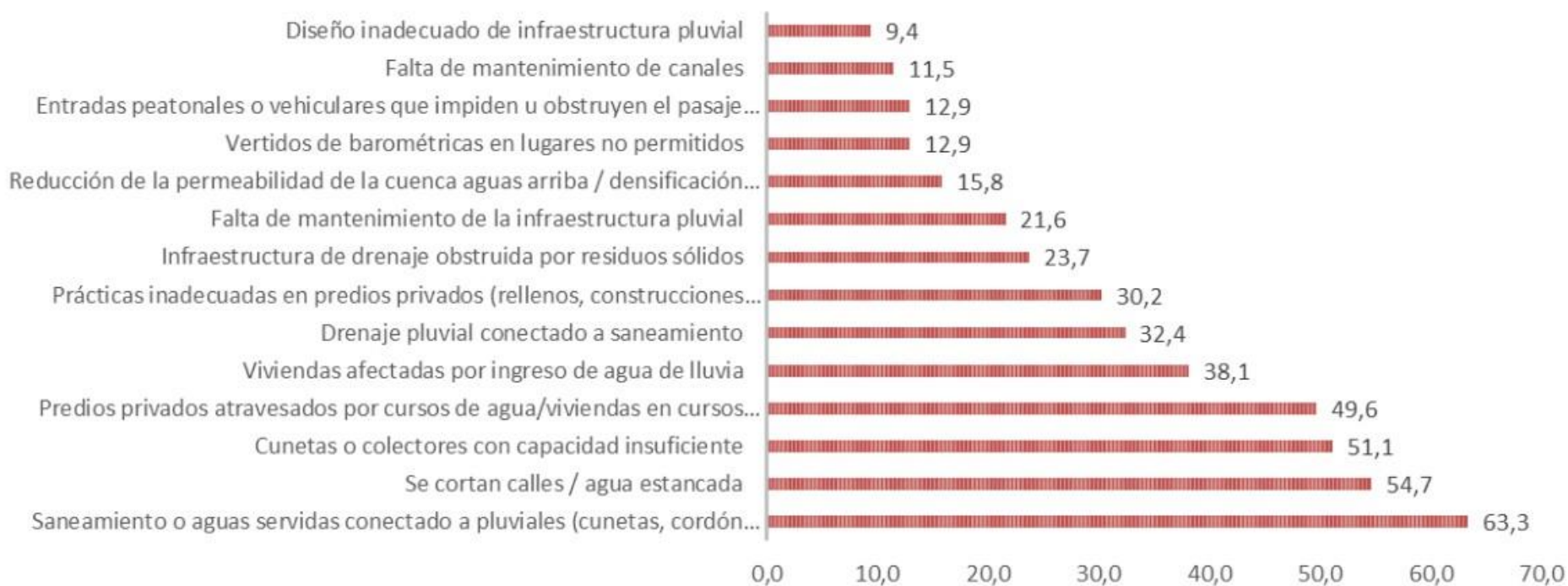


LOCALIDADES SEGUN GRAVEDAD DE PROBLEMAS DE DRENAJE PLUVIAL



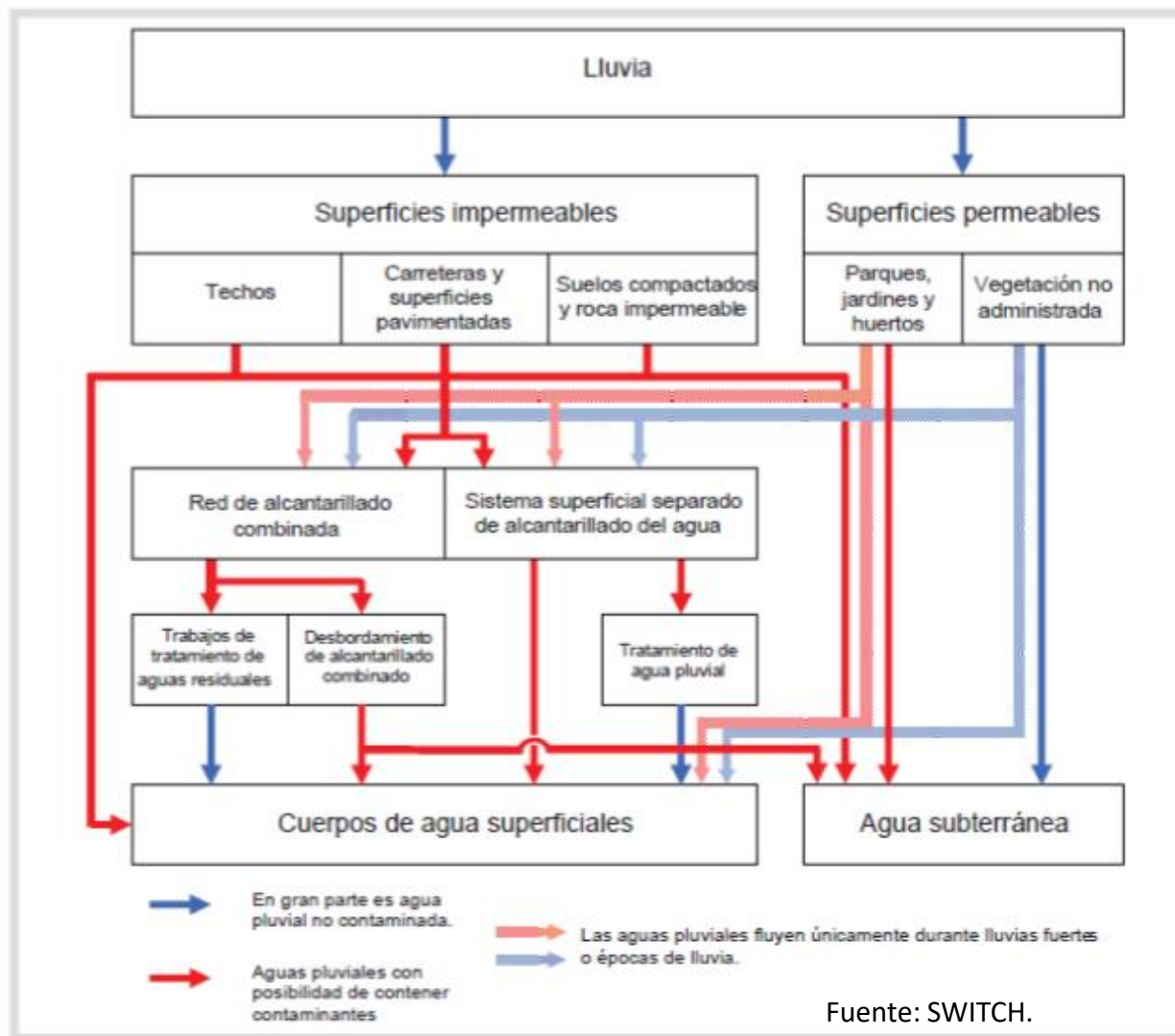
1 - INTRODUCCIÓN: DRENAJE SUSTENTABLE

TIPOS DE PROBLEMAS ENCONTRADOS: % DE LOCALIDADES QUE LOS PRESENTAN

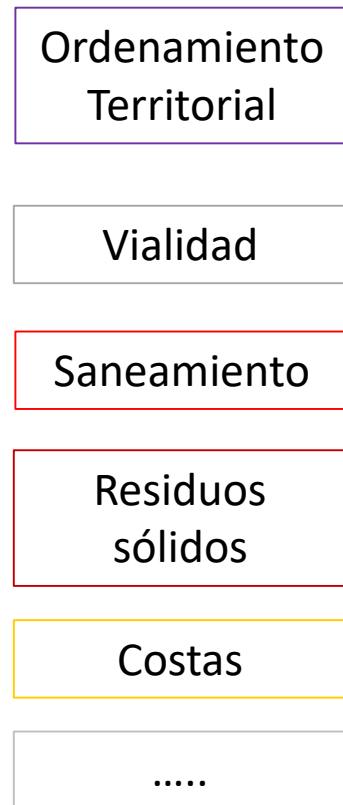
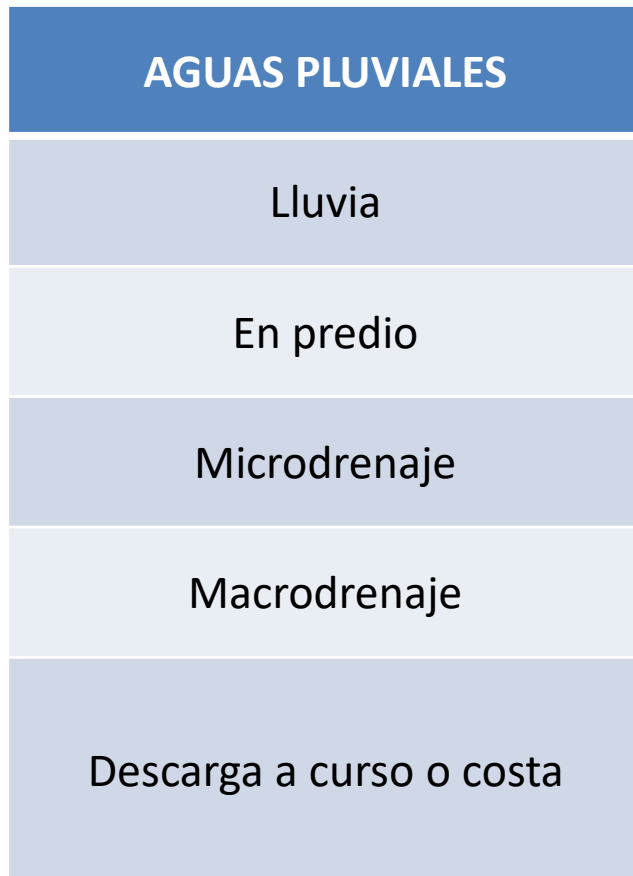


DINAGUA, 2019

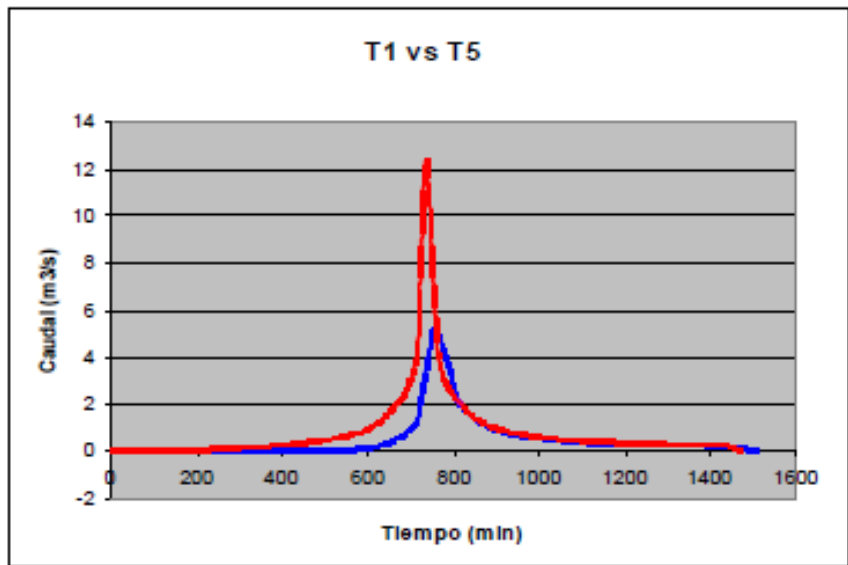
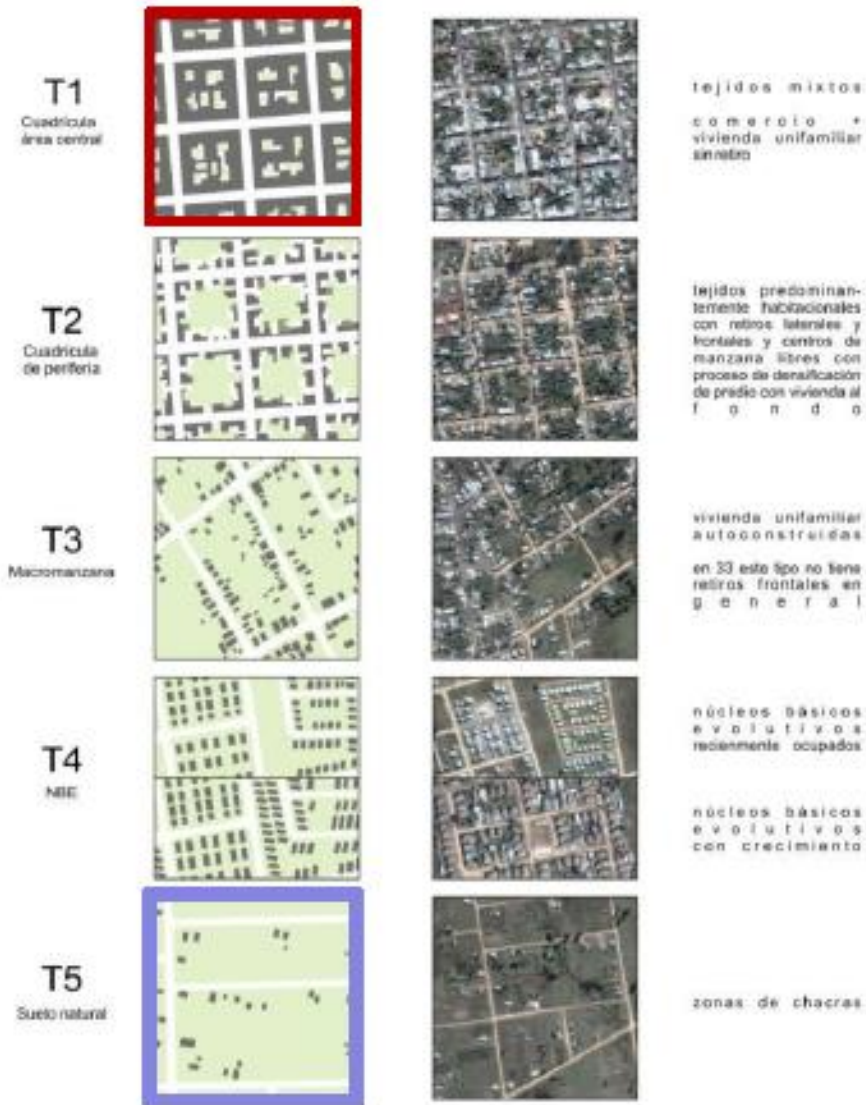
1 - INTRODUCCIÓN: DRENAJE SUSTENTABLE



1 - INTRODUCCIÓN: DRENAJE SUSTENTABLE



1 - INTRODUCCIÓN: DRENAJE SUSTENTABLE



Cambio en caudales máximos
dependiendo del tipo de
urbanización.

Fuete: DINAGUA 2008.

1 - INTRODUCCIÓN: DRENAJE SUSTENTABLE

DRENAJE SUSTENTABLE EN MARCOS NORMATIVOS EN URUGUAY

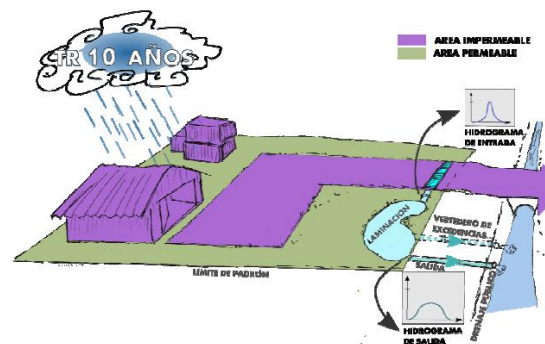
- **FACTOR DE IMPERMEABILIZACIÓN DE SUELO (FIS):** varias intendencias aprueban normativa limitando la impermeabilización de suelo.
- **MEDIDAS DE CONTROL DE ESCURRIMIENTO (MCE):** Se aprueban normativas departamentales para que emprendimientos con grandes superficies construyan estanques de retención, lagunas u otros dispositivos de control de escurrimiento.

Parte Legislativa
Título VI
De las normas de régimen general en suelo rural

Capítulo II
Condiciones de ocupación del suelo

Sección IV
Factor de impermeabilización del suelo

[Artículo D.223.289](#) - Factor de Impermeabilización del suelo (FIS).
Se entiende por Factor de Impermeabilización del Suelo, (FIS), el porcentaje de la superficie total del predio que puede recubrirse con materiales impermeables, y se encuentra graficado en la cartografía correspondiente.
Se contabilizan como superficies impermeables todas las superficies techadas y/o pavimentadas con materiales de baja permeabilidad tales como hormigón o carpeta asfáltica, incluido el balasto compactado y/o en la que se coloquen elementos que restrinjan en forma muy significativa la infiltración de agua en el terreno bajo los mismos, tales como rolos o contenedores.



Fuente: Intendencia de Montevideo

1 - INTRODUCCIÓN: DRENAJE SUSTENTABLE



Fuente: Intendencia de Montevideo

1 - INTRODUCCIÓN: DRENAJE SUSTENTABLE

- CONSERVACIÓN DE CAÑADAS Y ARROYOS

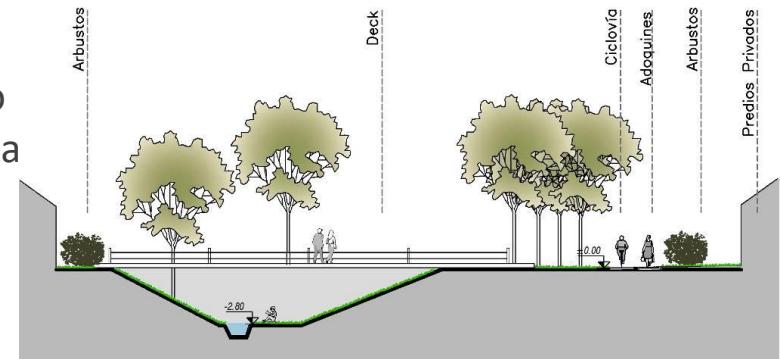
URBANOS: en casi todas las ciudades los cursos de agua se ven como potenciales calificadores del entorno urbano. Esto ha hecho que el reclamo tradicional de entubamiento y rectificación esté pasando al de recuperación ambiental, preservación y/o parquización.



CUNETAS AMORTIGUADORAS: en Ciudad de la Costa se implementa un sistema de pluviales que incluye cunetas con capacidad de amortiguación de pico de caudales. Con esto se consigue reducir la erosión de la playa por aumento de velocidad de escurrimiento y reducir costos.



ESTANQUES DE RETENCIÓN: Como alternativa a las conducciones tradicionales se han proyectado y construido varios estanques y lagunas de laminación, como parte de la red de pluviales de las ciudades, en particular en Montevideo



1 - INTRODUCCIÓN: DRENAJE SUSTENTABLE



Incorporación de conceptos de drenaje sustentable a la capacitación, cursos de grado y postgrado en facultades de Ingeniería y de Arquitectura de la Universidad de la República.

Elaboración de Manual de Diseño de Sistemas de Aguas Pluviales Urbanas medidas de drenaje sustentable.

EN PROCESO DE ACTUALIZACION

2 – COSTAS Y DRENAJE SUSTENTABLE

TIPOS DE PROBLEMAS EN COSTAS

TOPOGRAFIA	TIPO SUELO	IMPERMEABILIZACIÓN	TIPO CALLES	AVANCE URBANIZACIÓN A COSTA	TIPO COSTA	ARCO DE PLAYA	PUNTOS ROCOSOS
Pendiente fuerte > 5 %	Arena	FIS > 80 %	Pavim. hormigón	Gran avance	Con barranca	En equilibrio	Con puntos rocosos cercanos
Pendiente baja < 0,5%	Arcilla	FIS < 10 %	Balasto	Con espacio	Con dunas	En retroceso	Arco de playa grande o sin puntos rocosos



CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO

3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO



Ministerio de Vivienda
Ordenamiento Territorial
y Medio Ambiente



DINAMA
DINAGUA
DCC
DINOT

APOYO FINANCIERO



CONSULTOR



3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO



3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO



Área cuencas = 55 ha y 75 ha

Fraccionado y ocupado en Cuenca del Rivero y con medidas cautelares en Playa Grande

3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Diagnóstico



Calles con pendiente fuerte 2-5%
paralelas a y 6-9%
perpendiculares a la costa

Anchos de calle 17 – 30 metros

Ocupación de faja pública por
privados

Calles balasto sin pendiente
transversal.

Escasa o nula infraestructura
pluvial: cunetas, badenes,
alcantarillas

3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Diagnóstico



EROSIÓN DE CALLES

Foto_ Juan Sanguinetti

3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO PLAYA DEL RIVERO



EROSIÓN DE CALLES

Foto_ Juan Sanguinetti

3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Diagnóstico



ARRASTRE DE BALASTO A LA PLAYA

Foto_ Juan Sanguinetti

3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Diagnóstico



ARRASTRE DE BALASTO A LA PLAYA

Foto_ Juan Sanguinetti

3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Diagnóstico



ARRASTRE DE BALASTO A LA PLAYA

Foto_ Juan Sanguinetti

3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Diagnóstico



ARRASTRE DE BALASTO A LA PLAYA

Foto_ Juan Sanguinetti

3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Diagnóstico



ARRASTRE DE BALASTO A LA PLAYA

Foto_ Juan Sanguinetti

3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Diagnóstico



EROSIÓN EN LA DESCARGA

Foto_ Juan Sanguinetti

3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Diagnóstico



CAÑADA EN PREDIOS PRIVADOS

Foto_ Juan Sanguinetti

3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Diagnóstico



EROSIÓN CALLES – PLAYA GRANDE

Foto_ Juan Sanguinetti

3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Diagnóstico



EROSIÓN CALLES – PLAYA GRANDE

Foto_ Juan Sanguinetti

3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Diagnóstico



DESCARGA A PLAYA – PLAYA GRANDE (sin balasto)

Foto_ Juan Sanguinetti

3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Diagnóstico

TOPOGRAFIA	TIPO SUELO	IMPERMEABILIZACIÓN	TIPO CALLES	AVANCE URBANIZACIÓN A COSTA	TIPO COSTA	ARCO DE PLAYA	PUNTOS ROCOSOS
Pendiente fuerte > 5 %	Arena	FIS > 80 % FIS aprox 25 % (menor en playa Grande)	Pavim. hormigón	Gran avance	Con barranca	En equilibrio	Con puntos rocosos cercanos
Pendiente baja < 0,5%	Arcilla	FIS < 10 %	Balasto	Con espacio (más en Playa Grande)	Con dunas	En retroceso	Arco de playa grande o sin puntos rocosos

3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Propuestas



A- FACTOR DE IMPERMEABILIZACION DEL SUELO (no aumente la infiltración)

B- OTROS APORTES AL OT-categorización del suelo, modificación de niveles de terreno

C- RETIROS EN CAÑADA

D- CUNETAS Y ESCALONES <pendiente , <velocidad

E- TRASVASE DE CUENCA

F- ACCESO A PLAYA

G- ESTACIONAMIENTOS-DESAFECTACION DE CALLES

H- RETENCION DE BALASTO Y ARENA +ESTANQUE DE RETENCIÓN

3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Propuestas

A- FACTOR DE IMPERMEABILIZACION DEL SUELO (no aumente la infiltración)

Problema: Posible aumento de impermeabilización de suelo.

Propuesta: Incluir modificaciones en la normativa actual - Zonificación y factores de ocupación del suelo.

FOS Normativa actual = 30 – 35 %

Actualmente no hay límite de FIS, por lo que podría llegar al 100 %, lo que parece poco probable dado el tipo de uso actual del balneario.

Área construida / Área del predio = aprox. 28% (Cuenca Playa del Rivero) y casi nulo en Cuenca de Playa Grande

Se analiza escenario futuro asumiendo una impermeabilización del 35 % del predio, resultando en aumento del caudal de recurrencia 10 años de:

Aprox 20 % Cuenca playa del Rivero

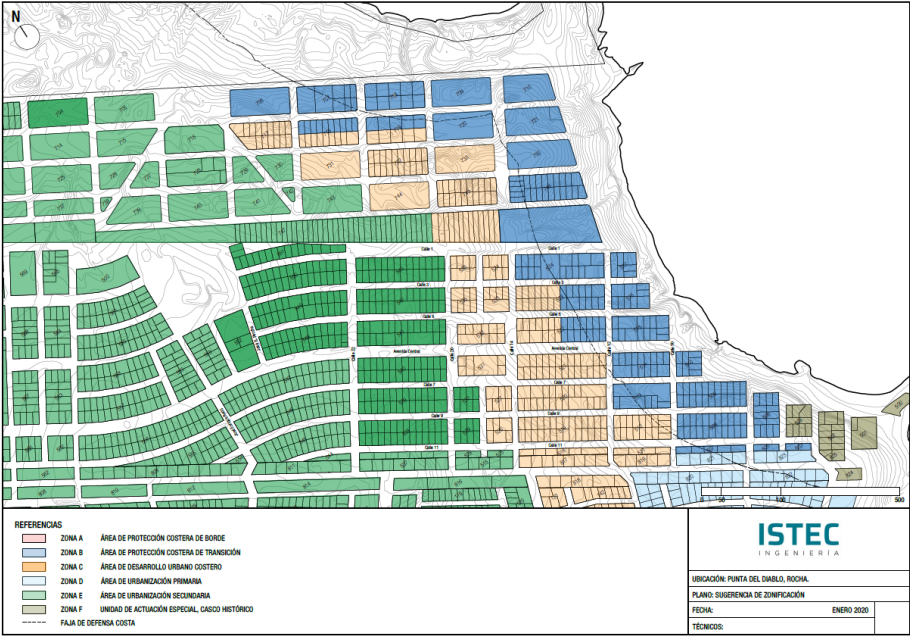
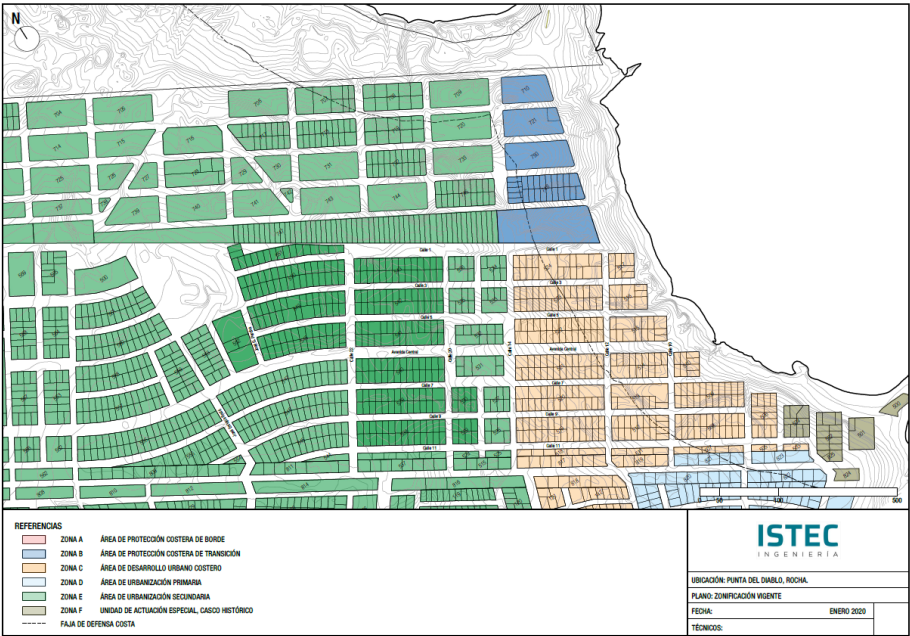
Aprox 75 % Cuenca Playa Grande. En una microcuenca llega al 120%.

3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Propuestas

A- FACTOR DE IMPERMEABILIZACION DEL SUELO (no aumente la infiltración)

Problema: Posible aumento de impermeabilización de suelo.

Propuesta: Incluir modificaciones en la normativa actual - Zonificación y factores de ocupación del suelo (Factor de Suelo Natural y Factor de Suelo Verde)



3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Propuestas

B- SUGERENCIAS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Problema: Escasa correspondencia entre uso de territorio y necesidades pluviales.

Propuesta: Sugerencias de modificación a la normativa local

- Prohibir modificaciones a niveles de terreno en predios privados
- Anchos de calzada mínimo.
- Eliminar calles en primera línea paralelas a la costa.
- Eliminar estacionamientos en faja costera.
- Eliminación de estacionamiento permanente en faja público.
- Obligatoriedad de plazas mínimas de estacionamiento en predios privados.
- Limitar ingresos vehiculares a padrones.
- Definir accesos peatonales a la playa

3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Diagnóstico

C-RETIROS EN CAÑADAS

Problema: Cañadas por predios privados

Propuesta: Servidumbre, retiros, no modificación



Foto_ Juan Sanguinetti

3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Propuestas

D-CUNETAS Y ESCALONES <pendiente , <velocidad

Problema: Erosión de calles e inundación de viviendas

Propuesta: Reperfilear calles, cunetas, alcantarillas, escalones.



Calzadas con pendientes transversales del 3% (para pendientes longitudinales menores al 4%) o 4% (para pendientes longitudinales mayores)



3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Propuestas

D-CUNETAS Y ESCALONES <pendiente , <velocidad

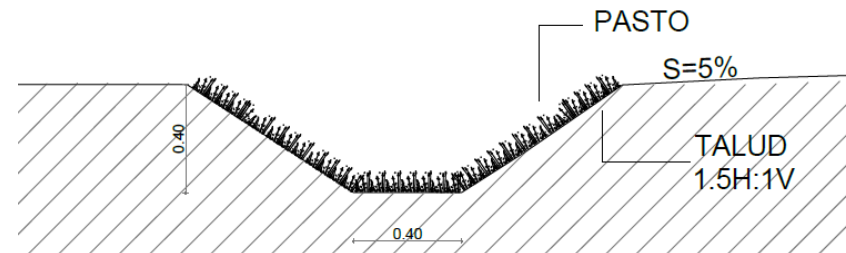
Problema: Erosión de calles e inundación de viviendas

Propuesta: Reperfilear calles, cunetas, alcantarillas, escalones.

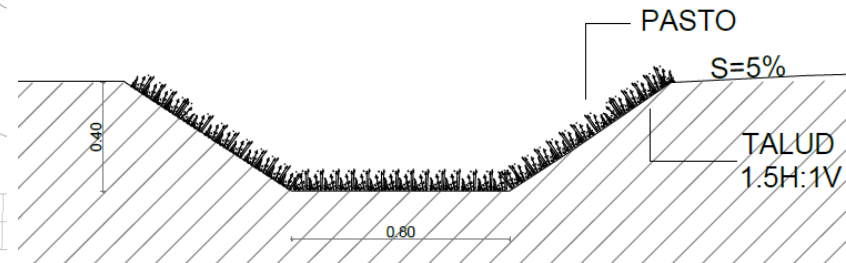


DETALLE CUNETA

CUNETA TIPO 1

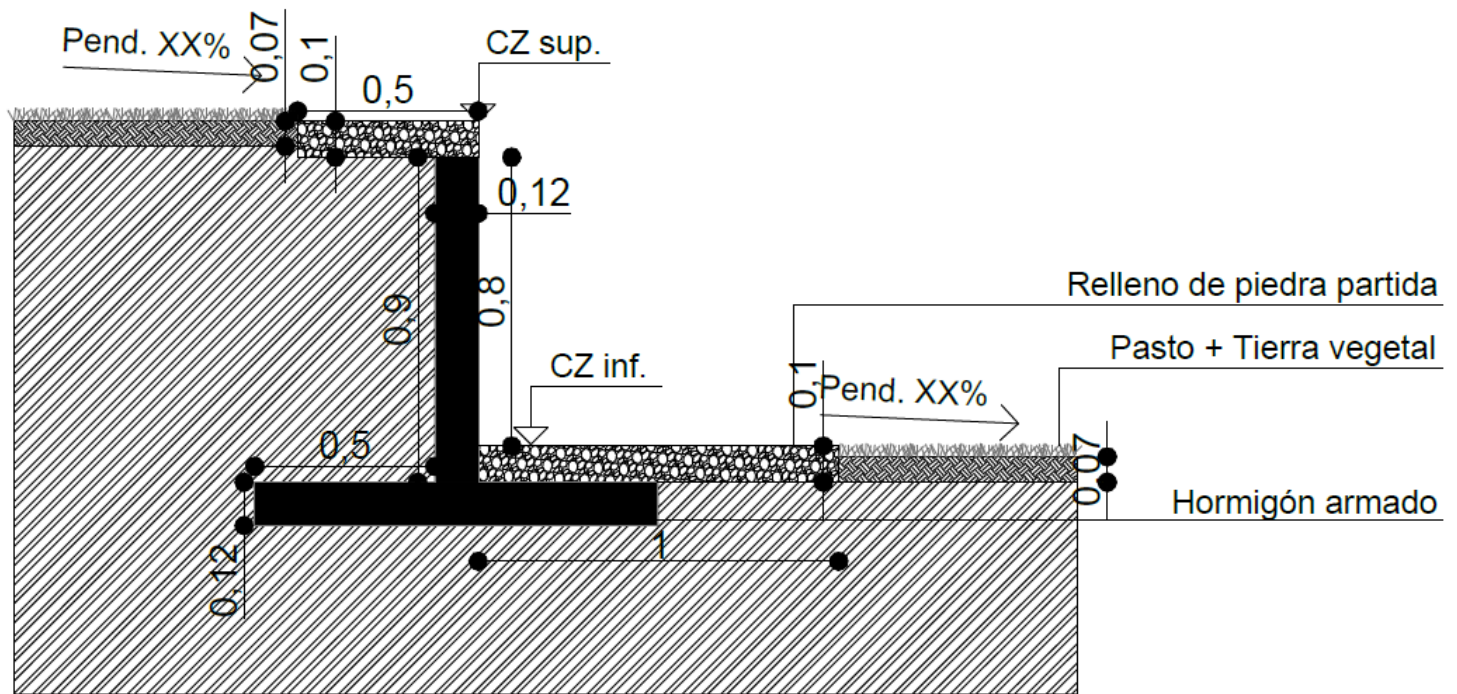


CUNETA TIPO 2



3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Propuestas

ESQUEMA SALTO EN CUENTAS

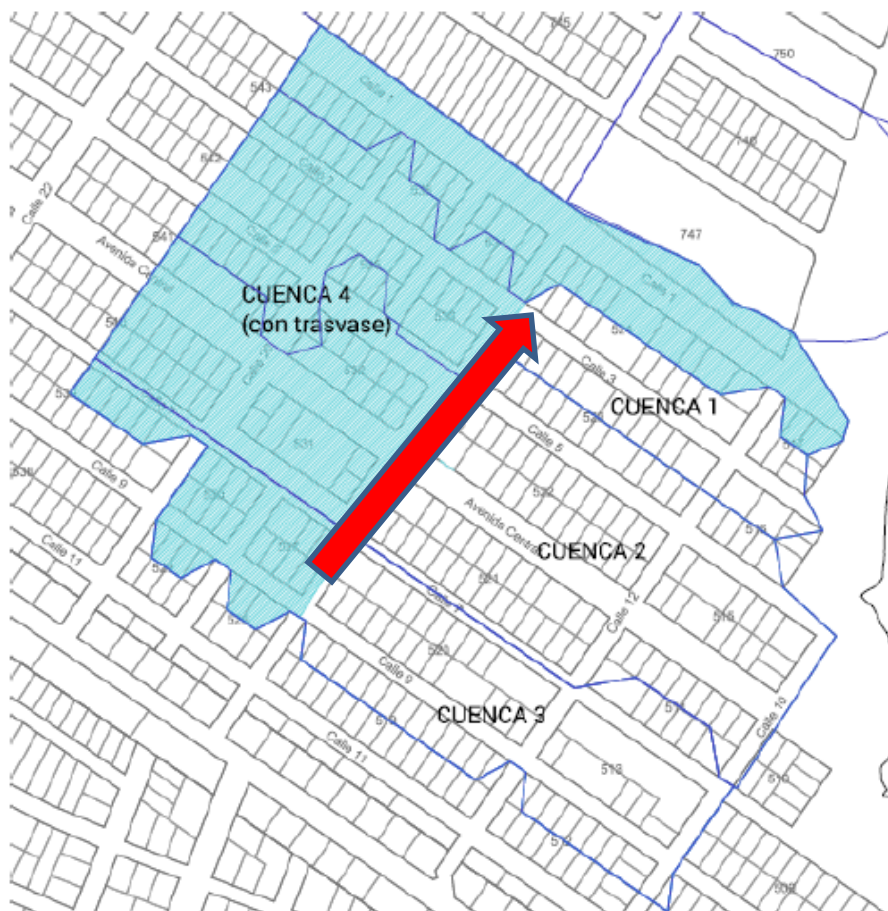


3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Propuestas

E – TRANSVASE DE CUENCA

Problema: Erosión en descargas con escasa disponibilidad de espacio para retención

Propuesta: Desviar caudales hacia descarga de calle 1



3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Propuestas

F-ACCESO A PLAYA

Problema: Arrastre de material y erosión de zona de dunas por acceso vehicular y peatonal a la playa y por arrastre de balasto de último tramo de playa

Solución: Reperfilado de calle para evitar arrastre de balasto



3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Propuestas

F-ACCESO A PLAYA

Problema: Arrastre de material y erosión de zona de dunas por acceso vehicular y peatonal a la playa y por arrastre de balasto de último tramo de playa

Solución: Barreras físicas a playa. Nuevos accesos peatonales



3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Propuestas

F-ACCESO A PLAYA

Problema: Arrastre de material y erosión de zona de dunas por acceso vehicular y peatonal a la playa y por arrastre de balasto de último tramo de playa

Solución: Barreras físicas a playa. Nuevos accesos peatonales







3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Propuestas

H-RETENCIÓN DE BALASTO Y ARENA + ESTANQUE DE RETENCIÓN

Problema: Erosión de médanos y arrastre de balasto a playa

Solución: Retención de sólidos y estanque de retención



3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Propuestas

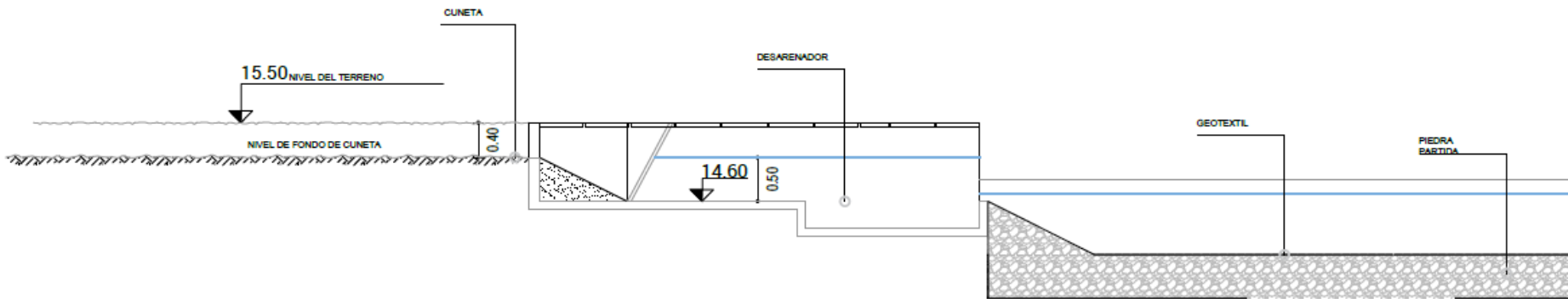
H-RETENCIÓN DE BALASTO Y ARENA + ESTANQUE DE RETENCIÓN

Problema: Erosión de médanos y arrastre de balasto a playa

Solución: Retención de sólidos y estanque de retención



CUENCA 1 - CORTE CUNETTA A
Esc.1/100



3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Propuestas

H-RETENCIÓN DE BALASTO Y ARENA + ESTANQUE DE RETENCIÓN

Problema: Erosión de médanos y arrastre de balasto a playa

Solución: Retención de sólidos y estanque de retención



3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Propuestas

H-RETENCIÓN DE BALASTO Y ARENA + ESTANQUE DE RETENCIÓN

Problema: Erosión de médanos y arrastre de balasto a playa

Solución: Retención de sólidos y estanque de retención



3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Propuestas



3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Propuestas



3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Propuestas



3 – CASO PILOTO PUNTA DEL DIABLO. Propuestas



4 – CONCLUSIONES

Se han identificado los principales **problemas** de drenaje pluvial y su impacto en dos playas de un importante balneario del país.

Se ha desarrollado de un **anteproyecto** de solución a un problema muy grave de pluviales, arrastre de balasto a playa y erosión.

Ha permitido adquirir **nuevos conocimientos** a las instituciones involucradas a partir de la aplicación de conceptos de drenaje sustentable y medidas de adaptación.

La propuesta sirve como **piloto que permite replicar la metodología** de abordaje e incluso algunos de los conceptos de **dispositivos** desarrollados: escalones en cunetas, retención de sólidos, estanque amortiguación en zona de dunas, descarga con disipación.

En la medida en que se concrete la obra permitirá adquirir nuevos aprendizajes sobre los desafíos de su **proyecto ejecutivo, construcción** y fundamentalmente en su **mantenimiento**.

DINAGUA

Cecilia Emanuelli

Juan Pablo Martínez

Adriana Piperno

Santiago Benenati (NAP Ciudades)

DINAMA

Carolina Segura

DCC

Inti Carro

Intendencia de Rocha

Ana Laura Pereira

Juan José Pertusso

Antonio Graña

ISTEC Consultores

Juan Sanguinetti

Maia Calvo

Felisindo Castro

Roberto Villarmarzo

Daniel Christoff