

# FUTUROS JARDINES COMO LABORATORIOS DIGITALES FRENTE A SEQUÍAS E INUNDACIONES

Cristina Jorge Camacho

Universidad de Alcalá, Dpto. Proyectos Arquitectónicos

## Resumen

Aunque el valor de algunos terrenos viene dado por haber sido domados mediante obras de infraestructura que canalizan y controlan ríos o protegen de las inundaciones con muros de contención rígidos, todavía es posible encontrar lugares abandonados, inaccesibles o protegidos que son reservas de biodiversidad y pueden albergar laboratorios al aire libre para prevenir y buscar nuevos sistemas dinámicos de protección frente a las inundaciones o las sequías. ¿Cómo sería el diseño de ese jardín-laboratorio digital? Comenzaría con la formación de montículos de tierra para frenar la fuerza de las olas (L); revelaría cómo actualmente el agua desaparece de la vista cuando se acerca a la ciudad mediante canalizaciones (F); y, finalmente, mostraría cómo el agua se debería almacenar en diferentes escalas: marismas, lagunas o aljibes (W). Los métodos de representación, las herramientas paramétricas y las construcciones digitales (CNC) son tres fases de un modelo de jardín a escala real que pasa de un entendimiento plano y rígido del territorio a una comprensión topográfica y dinámica.

Palabras-clave: BIODIVERSIDAD; INUNDACIONES Y SEQUÍAS; PROTECCIÓN COSTERA; HERRAMIENTAS DIGITALES; INSTALACIONES URBANAS

# FUTURES GARDENS AS DIGITAL LABORATORIES AGAINST DROUGHTS AND FLOODS

## Abstract

While the value of some productive land is to be tamed by infrastructural works of man-made canals that control rivers or give security measures with rigid dikes, there are other terrains -neglected land, parcels of land left behind or protective territories where biodiversity is preserved- that could be a place for an experimental field which works on early warning systems that help to prevent floods and droughts. How could we design a garden as an open-air digital laboratory? It would show how dynamic defences such as landform mounds would stop gradually water (L); it would reveal how water is hidden from view running through our pipes in the urban context (F); and it would prove how water could be concentrated in different scales by marshlands, ponds and cisterns (W). Representation, parametric tools and digital construction (CNC) are three steps of a full-scale data model for new landforms of garden shifting from planar and rigid understanding into more volumetric and dynamic surfaces.

Keywords: BIODIVERSITY; FLOODS AND DROUGHTS; COASTAL PROTECTION; DIGITAL TOOLS; URBAN PIPELINES

.....  
Jorge Camacho, Cristina. 2016. "Futuros jardines como laboratorios digitales frente a sequías e inundaciones". *AusArt* 4(1): pp-pp. 91-104  
DOI: 10.1387/ausart.16684

## INTRODUCCIÓN

¿Cómo podría ser el diseño de un jardín digital que fuera un laboratorio al aire libre para controlar los paisajes inundados y desérticos? Para construir el proyecto sería necesario tener precisión en la representación del terreno irregular y sustituir la presencia del agua por luz. La digitalización de datos meteorológicos que afectan a los terrenos situados cerca de la costa o de los ríos es el material de construcción de un prototipo de jardín que actúa individualmente o de forma conjunta como un laboratorio al aire libre para controlar las crecidas moderadas de los paisajes inundados avisando de las situaciones anómalas y tomando decisiones con antelación. Landscape versus Landform (Amoroso 2012), es el método que permite representar con precisión sistemas geométricos complejos y diseñar recintos artificiales para anticipar las medidas de defensa y mostrar cómo funcionan los sistemas dinámicos y flexibles de protección frente a los diques y muros rígidos de contención, retransmitiendo datos que sustituyen el agua por luz.



Fig.1: Esquema conjunto de Jardín-Laboratorio digital frente al fragmento real de paisaje de costa inundada (2015)

## 2. PROTOTIPOS

### 2.1. PROTOTIPO CONJUNTO DEL TERRENO

Mediante el empleo de varios niveles de complejidad –transformación, representación, espacialidad y materialidad- los pasos para definir el modelo de jardín como laboratorio son:

- Sistemas de representación. Este método de modelado se realiza mediante programas tridimensionales como Rhino, Revit o Sketchup que permiten entender la topografía como una superficie continua.
- Modelos paramétricos. Los métodos de procesar la información mediante sistemas paramétricos crean patrones que acercan la relación entre las formas y los sistemas.
- Construcción digital. La manipulación y deformación de los materiales en tiempo real mediante impresoras digitales, cortadoras laser, máquinas de corte por control numérico y brazos robotizados es más eficaz que las simulaciones a través de diagramas progresivos.

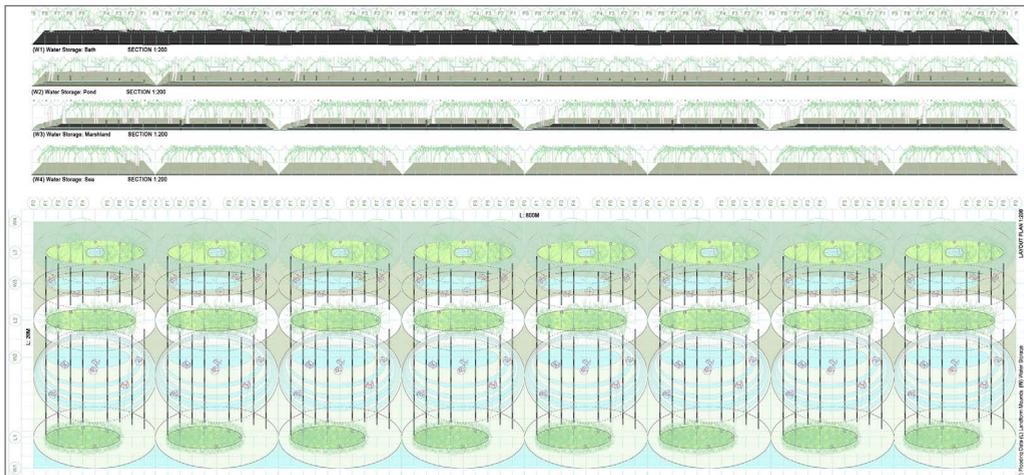


Fig. 2: Esquema conjunto de prototipos de jardín-laboratorio digital (2015)

### 2.2. PROTOTIPO INDIVIDUAL DEL TERRENO

Los acciones que determinan los elementos de diseño del jardín son:

**(L 1-3)** Modelado del terreno: Montículos de tierra. Están construidos mediante materiales del territorio duros como la grava para formar barreras en las maris-

mas, semi-blandos como la arena para las defensas de la zona rural o porosos como el caucho reciclado en baldosas en las áreas urbanas. La geometría del terreno imita las formaciones geológicas naturales tales como las dunas, los valles o los cerros determinando nuevas topografías. Los árboles situados en los montículos actúan como retención de los materiales y cobijo durante los meses de verano en las zona urbana.

- **L1.** Formación de terreno 1: islas defensivas
- **L2.** Formación del terreno 2: barreras de arena
- **L3.** Formaciones del terreno 3: rompeolas de rocas

**(F 1-8)** Datos del nivel del mar: Paredes de tubos de plástico (PVC transparente) para canalizaciones que han sustituido el agua por luz, mediante la colocación de líneas de leds y de tubos fluorescentes. Estos tubos indican cómo varía el nivel del agua normalmente entre 30cm y 100cm e indican cuál es la fuerza de las olas en cada momento. Reflejan además la posibilidad de utilizar varias fuentes de energía.

- **F1-3.** Geotérmica (PE RT-ELGEF plusPE100) y Biogas ( PVC-V systems)
- **F4-6.** Tratamiento de agua (PVC-V Systems)
- **F7-8.** Tecnología de algas (Transparent Polyvinylchloride PBR contained photoreactor system)

**(W 1-4)** Almacenamiento de agua. Pavimentos de tuberías de plástico (PVC transparente). La construcción de los sistemas de almacenamiento de las marismas artificiales, lagunas y aljibes domésticos mediante pavimentos formados por tuberías de plástico sustituyen también el agua por la luz (Carrol1 2001). Estos sistemas abiertos de almacenamiento cuestionan la eficiencia de los otros sistemas urbanos de retención del agua como los tanques de tormenta -una gran caja de hormigón dentro del sistema de saneamiento existente- al ser construcciones costosas de ubicar, ejecutar, de mantener y que no evitan la contaminación del agua de lluvia que acumulan y al mismo tiempo señalan otra relación interactiva de los ciudadanos con las infraestructuras de agua dentro de las ciudades.

- **W1.** Suministro de agua
- **W2.** Drenaje
- **W3.** Evacuación y alcantarillado
- **W4.** Riego

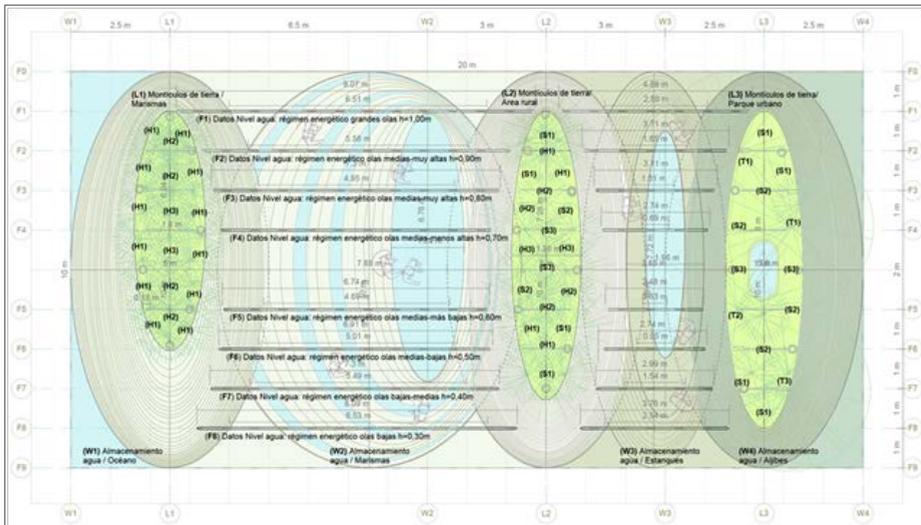


Fig. 3: Planta principal del jardín-laboratorio (2015)

### 3. SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN (2D)

El concepto de agregación es vital para asegurar la integridad estructural de la mayor parte de los materiales que se encuentran en el paisaje, como sucede con los tetrápodos rompeolas que forman los diques y proporcionan una defensa costera mediante la interacción entre ellos mayor que un muro de hormigón monolítico que puede llegar a caer frente al empuje dinámico de las olas. La representación del Jardín-Laboratorio se realiza mediante la unión de polígonos para formar unidades geométricas que facetan el territorio y establecen controles de caras, bordes y vértices como formas de manipulación espacial.

#### 3.1. MEDIDAS DEFENSIVAS Y MODELADO DEL TERRENO

El modelado del terreno para obtener medidas de defensa costera son:

- **L1.** Montículos de tierra 1: Rompeolas de grava
- **L2.** Montículos de tierra 2: Barreras de arena
- **L3.** Montículos de tierra 3: Islas de caucho reciclado



Fig. 3: Planta principal del jardín-laboratorio (2015)

### 3.2. SISTEMAS DE EVACUACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA

Después de las inundaciones grandes cantidades de agua quedan retenidas en el territorio, las cuales pueden ser almacenadas para los periodos de sequía a través de diferentes sistemas. En agricultura, el agua se almacena para usos posteriores en fuentes naturales tales como acuíferos subterráneos, bolsas de agua en el terreno, marismas e incluso lagunas artificiales, aljibes hasta presas (Hill 2014). En esta representación del Jardín-Laboratorio el agua es almacenado gradualmente desde los depósitos domésticos hasta el océano mediante tuberías horizontales que transportan luz en vez de agua e indican la cantidad de agua retenida en función de las subidas reales del nivel del agua:

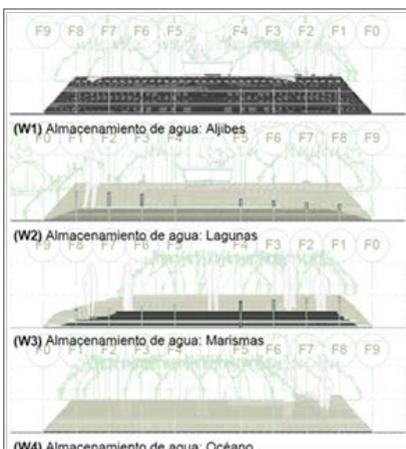


Fig. 5: Secciones longitudinales de almacenamiento de agua (2015)

- **W1.** Almacenamiento de agua 1: Aljibes
- **W2.** Almacenamiento de agua 2: Lagunas
- **W4.** Almacenamiento de agua 3: Marismas
- **W3.** Almacenamiento de agua 4: Océano

### 3.3. DATOS METEOROLÓGICOS Y DE NIVEL DEL AGUA

Las condiciones climáticas en Quebec (zona 4b) que se establecen como punto de referen-

cia -aunque este modelo puede implantarse en cualquier territorio cercano al borde costero o de ribera de ríos- son:

- Temperatura: T° Max: 25°C / T° Min: -17°C / Temporada cálida: Mayo 27- Septiembre 20: 30°C / 15°C / Temporada fría: Diciembre 5- Marzo 10: -17°C / -8°C
- Movimientos del aire (viento, corrientes, tornados) / Viento: 0-9m/s / Temporada cálida: E / Temporada fría: W
- Pluviosidad - Nieve. / Nieve media: 68%. Temporadas de lluvias: Octubre 29-April 14 / Precipitaciones. Temporada cálida: May 27- Septiembre 20: 54%. / Temporada fría: Diciembre 5 - Marzo 10: 67%
- Humedad del aire (nieva): 44%-95% / Temporada seca: Mayo / Temporada húmeda: Septiembre

Reflejan los datos reales de los cambios del nivel del mar la posibilidad de utilizar varias fuentes de energía.

- **F1-3.** Datos del nivel de agua: Régimen energético olas (h=1,00-0,80cm)
- **F4-6.** Datos del nivel de agua: Régimen energético olas (h=0,70-0,50cm)
- **F7-8.** Datos del nivel de agua: Régimen energético olas (h=0,40-0,30cm)

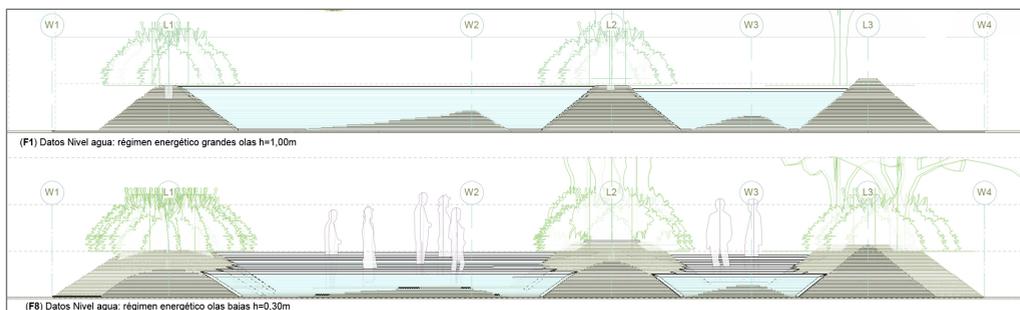


Fig. 6: Secciones transversales y posibles fuentes de energía (2015)

### 3.4. EXPLORACIÓN SENSORIAL Y CORPORAL EN ANIMALES Y SERES HUMANOS

Alrededor de nosotros, el agua circula por nuestras tuberías, pero el agua en sí permanece siempre fuera de la vista. A lo largo de los cursos bajos, medios

y altos de los ríos los animales interactúan con el agua de diferentes modos. El jardín como laboratorio al aire libre explora la influencia de tres patrones de circulación tridimensional sobre los recursos energéticos del lugar e investiga cómo las capas de topografía, hidrología e instalaciones urbanas se pueden cruzar para construir una experiencia instintiva y de exploración en la cual el modelo digital se convierte en parte activa de la ecología del lugar, mientras simultáneamente se regenera el frágil sistema de marismas. Un sistema mínimo de caminos de mantenimiento se disponen para experimentar la tridimensionalidad de las subidas y bajadas en cada uno de los tres montículos.

#### 4. MODELOS PARAMÉTRICOS (3D)

El valor de los métodos digitales tales como los sistemas paramétricos crean un mayor acercamiento entre los métodos de diseño y los sistemas de construcción.

Los datos serán mostrados como un registro en tiempo real que anticipa medidas de seguridad y los sistemas principales de los muros de inundaciones son:

- La construcción de las tuberías de plástico de los muros de inundaciones (perfiles tubulares de aluminio y tubos de plástico unidos como cerramiento)
- La iluminación de las paredes de los muros de plástico de datos que indican el nivel del agua del mar o de los ríos (líneas de leds y tubos fluorescences)
- La cimentación lineal de plástico hueco que se rellenará in situ con arena se sitúa bajo los muros de plástico para estabilizar el sistema (zapatas corridas de plástico rellenas de arena)



Fig. 7: Distribución de la iluminación en el Jardín-Laboratorio (2015)

#### 4.1. DATOS DEL NIVEL DEL AGUA (F) Y DE ALMACENAMIENTO (W)

Los datos de los regímenes energéticos de las olas serán indicados en los muros de inundaciones que emplean redes de tuberías transparentes para mostrar mediante leds y fluorescencia los datos en tiempo real.

- **(F1)** Datos de regímenes energéticos de grandes olas ( $h=1,00$  m)
- **(F2)** Datos de regímenes energéticos de olas medias-muy altas ( $h=0,90$  m)
- **(F3)** Datos de regímenes energéticos de olas medias-altas ( $h=0,80$  m)
- **(F4)** Datos de regímenes energéticos de olas medias-menos altas ( $h=0,70$  m)
- **(F5)** Datos de regímenes energéticos de olas medias-más bajas ( $h=0,60$  m)
- **(F6)** Datos de regímenes energéticos de olas medias-bajas ( $h=0,50$  m)
- **(F7)** Datos de regímenes energéticos de olas bajas-medias ( $h=0,40$  m)
- **(F8)** Datos de regímenes energéticos de olas bajas ( $h=0,30$  m)



Fig. 8: Secciones transversales y paredes de niveles de agua (2015)

Los niveles admisibles de acumulación de cada sistema será indicados en la red de tuberías de luz de los pavimentos.

- **W1.** Almacenamiento de agua: Aljibe (m3)
- **W2.** Almacenamiento de agua: Lagunas (m3)
- **W4.** Almacenamiento de agua: Marismas (m3)
- **W3.** Almacenamiento de agua: Océano (m3)

#### 4.2. ILUMINACIÓN

Las líneas de iluminación indican los niveles de crecidas del mar o de los ríos:

- Líneas de Leds
- Tubos de fluorescencia

#### 4.3. CIMENTACIÓN

La cimentación de los muros de las inundaciones permite la estabilidad de los mismos.

- Zapatas corridas de plástico rellenas de arena in situ

### 5. CONSTRUCCIÓN DIGITAL (4D)

Construcción digital de las inundaciones sin agua. La habilidad para manipular y deformar la materialidad en tiempo real en vez de especular sobre cambios a través de diagramas progresivos es uno de los objetivos de la fabricación digital mediante las impresoras digitales, los cortadores laser, las máquinas de corte de control numérico y los brazos robóticos.

#### 5.1. MUROS Y SUELOS DE INUNDACIÓN

(F) Datos del nivel del agua. Paredes verticales de tuberías horizontales (PVC transparente sin agua):

- **F1-3.** Geotérmica (PE RT-ELGEF plusPE100) and biogas (PVC-V systems)
- **F4-6.** Tratamiento de agua (PVC-V Systems)
- **F7-8.** Tecnología de algas (Transparent Polyvinylchoride PBR cointained photoreactor system)

(W) Almacenamiento de agua. Pavimentos horizontales de tubos horizontales (PVC transparente sin agua):

- **W1.** Suministro de agua
- **W2.** Drenaje
- **W3.** Evacuación y alcantarillado
- **W4.** Riego

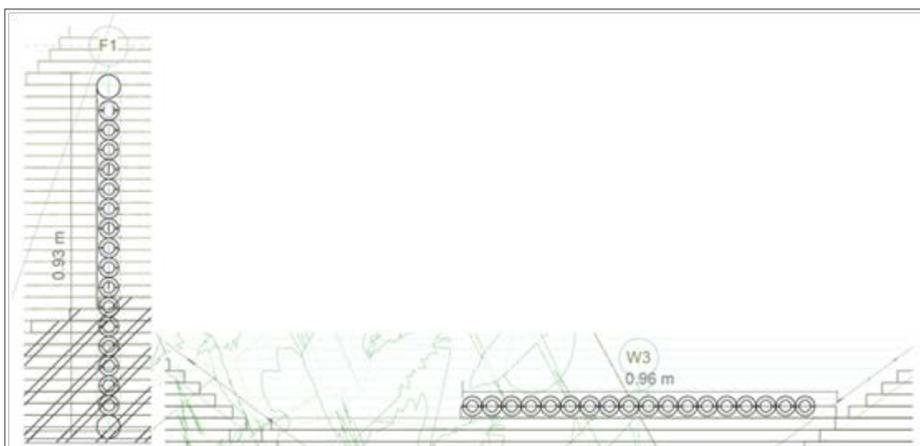


Fig. 9: Tuberías de iluminación y registro de datos en muros y suelos (f2015)

## 5.2. MONTÍCULOS Y PAVIMENTOS

Los montículos están formados por montañas de grava en el borde costero, arena y terrizo en las marismas artificiales del área rural y productos reciclados porosos de caucho en la zona urbana. Los pavimentos en los sistemas de almacenamiento de agua son: perfiles tubulares de aluminio como carpintería y tubos horizontales de plástico transparente PVC como cerramiento.

- **L1.** Formación de terreno 1: Productos reciclados de caucho en islas defensivas
- **L2.** Formación del terreno 2: Arena silíceo en barreras de arena
- **L3.** Formaciones del terreno 3: Agrupaciones de grava blanca en rompeolas de rocas

Como condiciones de partida se considera que el suelo es de arcilla y el nivel freático se sitúa a 1,5 m. Tiene acceso a instalaciones de agua y electricidad, así como una conexión wifi de toma de datos.



Fig. 10: Leyenda de plantaciones en montículos (2015)

### 5.3. PLANTACIONES

El listado de las plantas seleccionadas entre las especies locales está focalizado en herbáceas riparias, arbustos y árboles caducos que proporcionan alimentos y sirven para retener el terreno con sus raíces frente al empuje de las olas. Estas plantas leñosas son las adecuadas para vivir en recintos inundados y con altas dosis de salinidad. Crean un medio ambiente que no requiere mantenimiento y atrae especies animales salvajes en busca de cobijo (Clément 2001).

La plantaciones del jardín-laboratorio son:

- Árboles perennes
- Coníferas (abetos) y álamos
- Árboles caducifolios (abedul, fresno, arce, tilo) separados en módulos de 10x20m
- Arbustos riparios
- Especies herbáceas (algas, líquen, cieno, marchantlophyta)

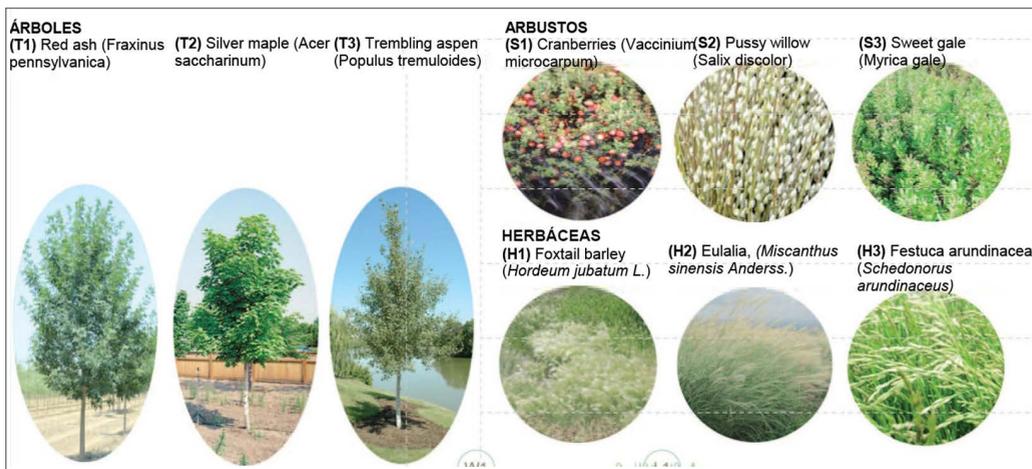


Fig. 11: Leyenda de plantaciones en montículos (2015)

## 6. CONCLUSIONES

La propuesta de realizar un jardín como un laboratorio tiene la intención de crear un gran modelo “Big data” que de forma individual o conjunta avise de los crecimientos anómalos del nivel de agua. Igualmente, tiene el objetivo de diseñar ese recinto como un fragmento de paisaje inundado con medidas dinámicas de protección, debido a la ausencia de medidas defensivas en gran parte de la costa o de la ribera de los ríos frente a las inundaciones y de cómo se acumulan los excesos de agua para ser utilizados después en las áreas y periodos de grandes sequías. Este modelado se realizaría mediante movimientos de terreno (L) con grava, arena y reciclaje, con herbáceas, arbustos y árboles que proporcionan una fuente de vida como alimentación y como medidas de resistencia frente a la fuerza del mar o del río para todos los habitantes de la costa. También se materializa a través de almacenamiento de agua que ayuda a graduar las inundaciones acumulando agua en marismas artificiales, estanques y depósitos domésticos (W). Finalmente, un sis-



Fig. 12: Modelados digitales día y noche (2015)

tema de paredes formadas por tubos de plástico transparentes que emiten luz registra los datos que indican el nivel del agua, prevén posibles crecidas e determinan la fuerza de las olas en territorios costeros cercanos (F). Los sistemas de representación, los modelos paramétricos y las construcciones digitales son tres pasos hacia un nuevo entendimiento tectónico del territorio que se desliza desde un conocimiento plano del lugar hacia una comprensión del modelado tridimensional del terreno como una superficie continua.

#### Referencias

- Amoroso, Nadia. 2012. *Digital landscape Architecture now*. New York: Thames & Hudson
- Clément, Gilles. 2001. *Le jardin en mouvement: De la vallée au jardin planétaire*. Paris: Sens & Tonka
- Hill, Kristina. 2014. "The new age of coast: A design typology" *Topos* 87 (sept.): 35-43
- Carroll, Brian Thomas. 2001. "Seeing Cyberspace: The electrical infrastructure is Architecture", *2G Architecture and Energy* 18(1): 128-43

---

(Artículo recibido 10.03.16; aceptado 19.05.16)