

Light & Water

Óscar Natividad Puig
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
onp.arq@gmail.com

Abstract

El proyecto explora el alcance de las teorías del caos como técnicas aplicables a la arquitectura en pequeñas intervenciones. Se estudian las posibles variaciones de una misma pieza para crear diferentes superficies regladas. Éstas se distribuyen en base a un atractor fractal cuyos núcleos se encargarán de recoger toda el agua que discurre por el sistema. El proyecto materializado pretende convertirse en un espacio abierto pero cubierto, adaptable a las múltiples actividades que las necesidades de la comunidad a la que pertenezca vayan requiriendo. Como ejemplo de uso más habitual, este espacio se convertirá en un mercado de productos agrícolas, productos cuya creación será posible al aumentar el abastecimiento de agua a través de los sistemas de acumulación del proyecto.

The proposal explores the Chaos Theories, specifically, how applicable they are on local architectural interventions. It compiles a short study about possible variations of a same piece, in order to create different ruled surfaces. Those pieces are distributed around a fractal attractor. The cores of these attractors are the ones responsible of collecting all the water flowing through the system. Once built, the project will enclose an open but covered space. Within this space, many different activities can be embraced, which allows its adaptability to each community where it's placed. An open market will be the most common use though. It will allow selling agricultural products developed among the same community. Products irrigated with the extra water source collected by the cores of the fractal attractors.

Keywords: Luz, agua, desarrollo fractal, arquitectura, cubierta desplegable, espacio multifuncional, comunidad, Sudáfrica.

Light, water, fractal development, architecture, deploying cover, multifunctional area, community, South Africa

1 Introducción

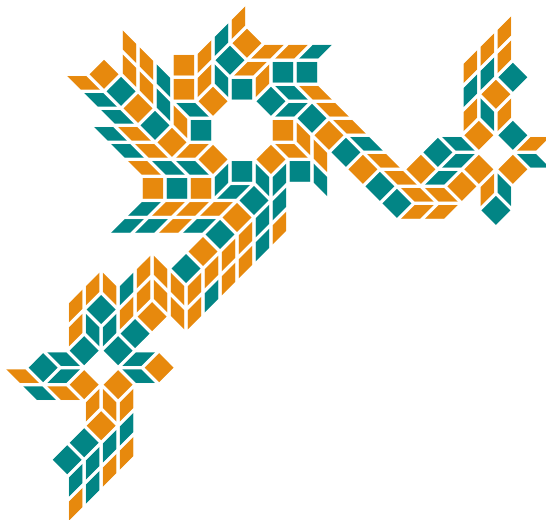
Tanto la luz como el agua, son la fuente de la vida. Construimos la Arquitectura principalmente para protegernos de estos elementos naturales pero, a la vez, no podemos vivir sin ellos.



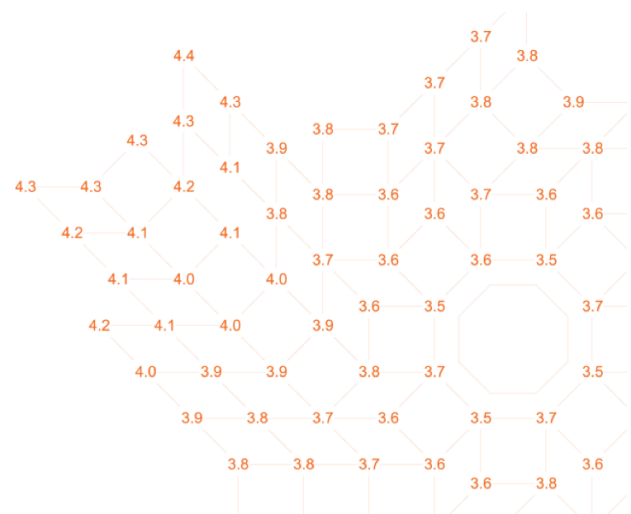
Ambos elementos son generadores de diferentes figuras fractales en su estado natural, así pues, la geometría fractal y las superficies regladas serán los temas principales que se explorarán en este estudio. Por ejemplo, las múltiples reflexiones de la luz natural sobre las hojas y ramas de los árboles muestran una marcada y disgregada iluminación fractal bajo un espeso bosque; o el flujo desenfrenado del agua tras lluvias torrenciales siguiendo las pendientes naturales del terreno, discurre bajo unos patrones repetitivos.

La geometría fractal se empezó a desarrollar en las Matemáticas durante los últimos 50 años, aunque siempre ha estado presente en la naturaleza incluso antes de que los seres humanos caminaran sobre la Tierra. Dos de las características principales de un fractal son tanto la “autosimilitud”, es decir, la repetición de una estructura geométrica una y otra vez a diferentes escalas como secuencia de crecimiento, como su dimensión fraccionaria o fractal. El término fractal se acotó por primera vez por el matemático Benoit Mandelbrot en el año 1975. Mandelbrot recogió el término del Latin “fractus”, que significa roto o fracturado. Patrones fractales con diferentes niveles de autosimilitud se han renderizado o estudiado en imágenes, estructuras y sonidos que encontramos en la naturaleza, tecnología e incluso arte.

Materialización / ¿De qué se compone?



Naranja: Paraboloide hiperbólico.
Azul: Superficies planas.

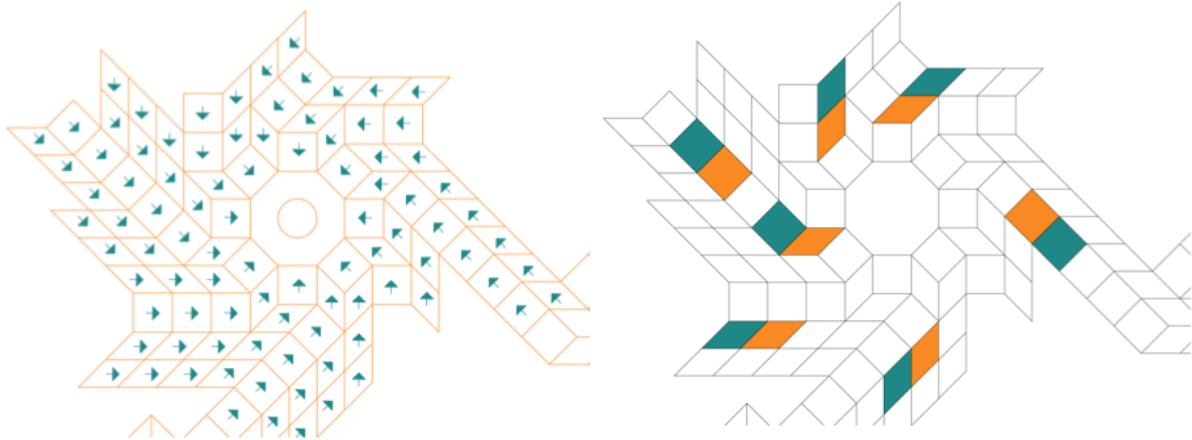


Esquema gráfico de alturas.

Basándonos en el Efecto Coriolis, las piezas que proyectamos a modo de cubierta continua se situarán en espiral (en el sentido de las aguas del reloj por emplazarlo en el hemisferio sur). El centro de la espiral tiene como función recoger el agua y almacenarla. La espiral es el principal elemento del proyecto que se repetirá a modo de fractal a diferentes escalas y dimensiones, tal y como representan tanto el icono que acompaña a la introducción, como el gráfico superior.

Con el fin de conseguir que el agua fluya, cada vértice geométrico se sitúa a una cota diferente, como muestra el esquema superior derecho. De esta manera se crean alternativamente superficies plana y paraboloides hiperbólicos.

La inclinación y disposición de los elementos de cubierta facilitan que el agua discurra directamente al centro de la espiral, donde ésta se almacenará como recurso esencial para cualquier comunidad. Determinadas áreas se pueden descubrir o cerrar en función de la necesidad del sistema.



Recorrido del agua.

Naranja: Apertura hiperbólica.
Azul: Apertura planimétrica.

El sistema de abertura consiste en un conjunto de elementos lineares formados cada uno por dos piezas. Estas dos piezas se unen en extremos opuestos por un nudo deslizante. Para abrir una de las superficies planas, bastará con deslizar una de las piezas bajo la otra. Sin embargo, cuando el sistema permite que se eleve el extremo más alto de la pieza, ésta se prolonga, resultando el conjunto en un paraboloides hiperbólico

Cada elemento lineal se une en su extremo más elevado a la pieza directamente adyacente, de manera que el movimiento de una condiciona el movimiento de las demás. De este modo, sólo necesitaremos elevar con un mecanismo manual una de las piezas para abrir todas ellas. A su vez, este tipo de unión sostiene el sistema en su posición cerrada por gravedad, evitando que se desmorone.

Los primeros tres gráficos muestran el funcionamiento de cada uno de los elementos lineares, mientras que la cuarta representación explica la unión de cada pieza con su adyacente:



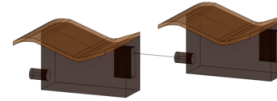
Montaje de pieza.



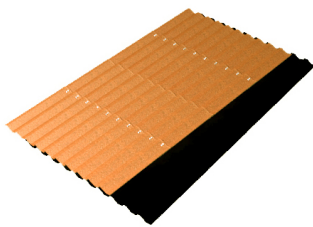
Piezas solapadas.



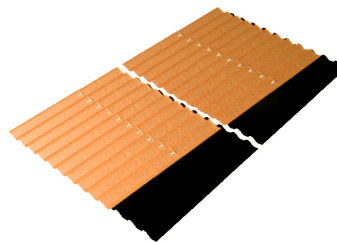
Alargamiento de las piezas.



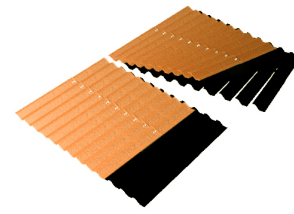
Unión con piezas adyacentes.



Sistema cerrado.

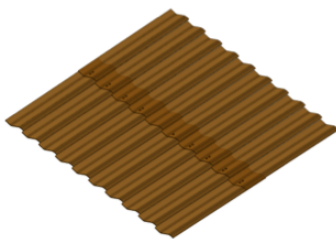


Apertura planimétrica.



Apertura hiperbólica.

Las matemáticas se utilizan en la arquitectura también para desarrollar superficies minimales regladas. Ejemplos claros son el paraboloides hiperbólico y el hiperboloide, que trabajan en una distribución de esfuerzos mínimos. La naturaleza tiende a este estado de esfuerzos mínimos en las formas y disposiciones de sus elementos.



Plano.



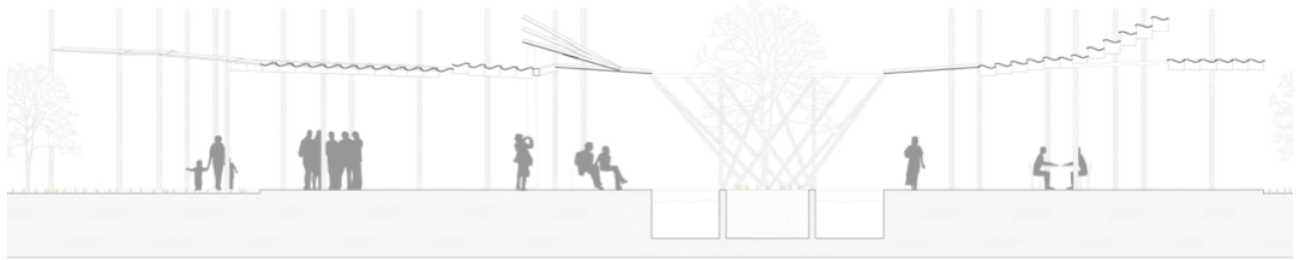
Paraboloides hiperbólico.



Hiperboloide.

Funcionamiento / ¿cómo trabaja el sistema?

Los elementos lineares son de sección curvada para canalizar el flujo del agua de lluvia y recolectarlo en el centro de la espiral.

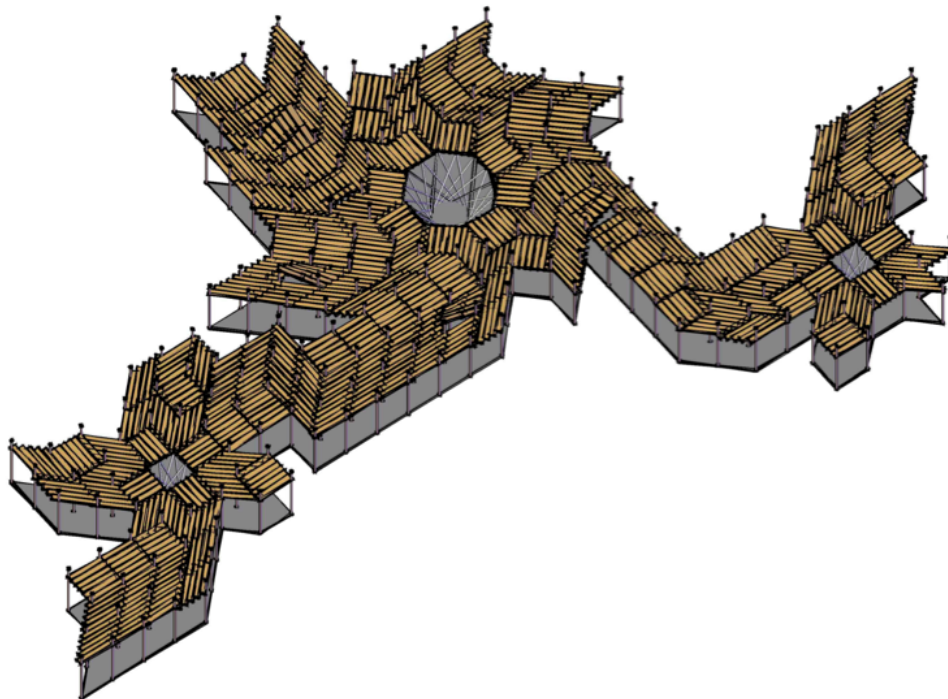


Sección por el núcleo principal del sistema.



Sección adyacente de uno de los subsistemas fractales.

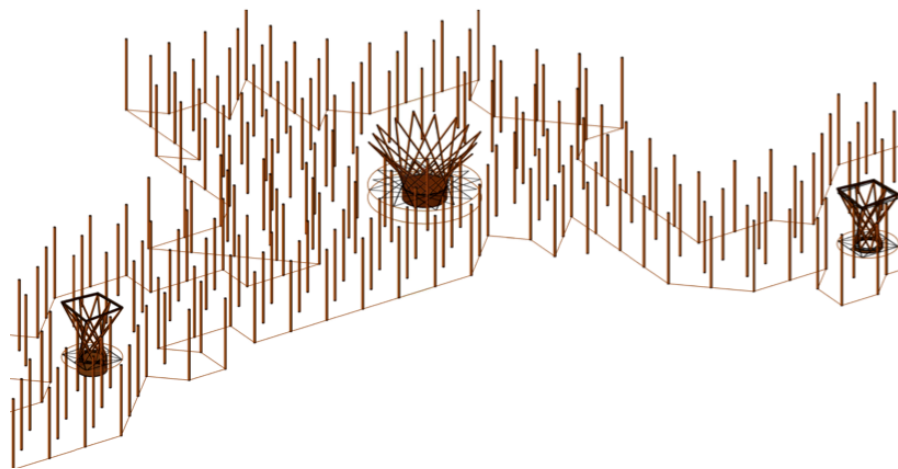
Formalización / ¿qué aspecto tiene?



Perspectiva aérea del conjunto del sistema.

Con todos estos conceptos básicos, el proyecto se desarrolla principalmente a base de 3 elementos:

- Un hiperboloide que soporta las tensiones que se acumulan en el centro de la espiral. Bajo este centro se planta un árbol a modo de núcleo visual. Este núcleo se queda permanentemente abierto e iluminado, como muestra constante de dónde se recoge el agua, y la importancia que tiene este aspecto en el proyecto.
- Una retícula regular hecha con pilares de madera que permitirá la prefabricación de los elementos de cubierta. A pesar de la regularidad de la retícula, al distribuirse en forma de espiral, desde el punto de vista del usuario crea un ambiente similar a un bosque en el que los árboles se disponen aleatoriamente. La expresión gráfica de dicho concepto queda reflejada a continuación:

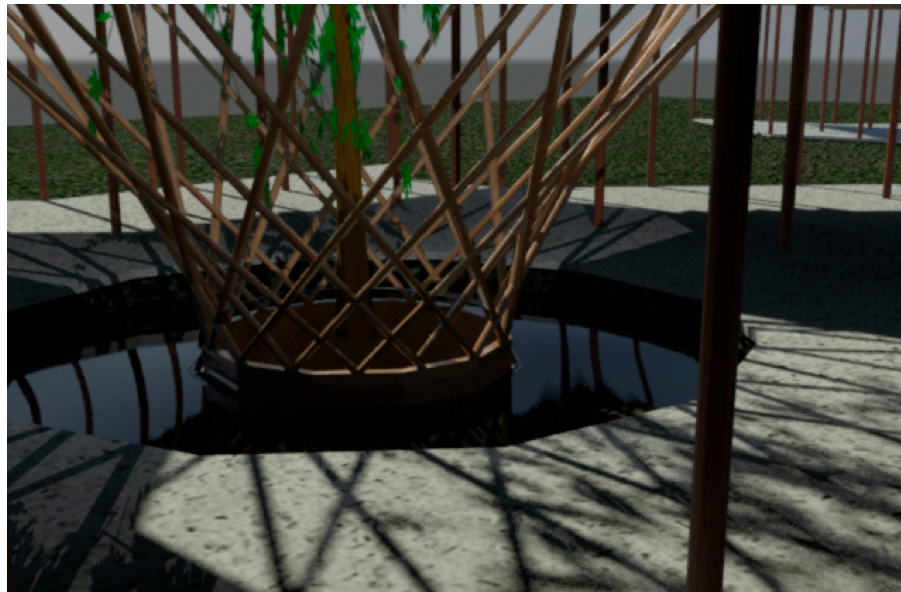


- Un sistema de cubierta que controla el flujo del agua y regula la intensidad de luz natural. La cubierta es una teselación compuesta por piezas lineares que crean superficies elementales regulares (cuadros y rombos) de 3 metros de longitud. Estos elementos pueden ser tanto un paraboloides hiperbólico como una superficie plana, dependiendo del relieve natural y de las necesidades del uso. Si se observa detenidamente la primera imagen de este apartado, se pueden apreciar algunas de las aberturas puntuales. De este modo, los rayos de sol acceden a nuestro espacio cubierto a diferentes escalas, como si del vibrante reflejo sobre las hojas de los árboles se tratase, tambaleándose con la suave brisa.

El proyecto se sitúa en el término municipal de Tshwane, antiguamente conocida como Pretoria (Sudáfrica). El principal objetivo es concienciar de la importancia del agua como recurso vital, que cada vez escasea más en el país. Precisamente por ello se construyen esos contenedores de agua sumergidos en el terreno, destacados bajo la permanente iluminación natural, y remarcados por la presencia de un árbol. Así se pretende explorar diferentes sistemas de recogida y almacenaje de agua para aumentar el suministro de agua potable con el fin de facilitar una mejor calidad de vida a ese 3% de la población que sigue sin tener acceso alguno al agua. Pero no sólo agua para su consumo directo, sino también para regadío, con el fin de aumentar la producción de alimentos y reducir en la medida de lo posible el hambre de las comunidades más vulnerables. El proyecto es flexible y adaptable a cualquier entorno natural, pudiéndose disolver visualmente entre los árboles preexistentes, con el fin de ser reproducido en diferentes zonas a lo largo del país.

Iluminación / ¿cómo se percibe?

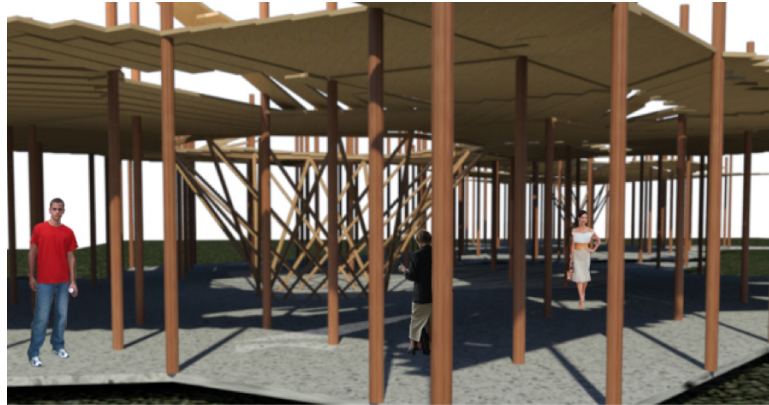
1. Núcleo de la espiral permanentemente iluminado. De manera que esté presente en todo momento los conceptos generadores del proyecto: Luz y Agua. Ya no sólo como componentes del proyecto, sino también como generadores de vida.



2. Iluminación lineal. Ésta puede resultar muy útil para la creación de límites cuando el uso de este espacio sea el de mercado abierto. También mostraría el recorrido a seguir a través del mercado, materializando el concepto bien conocido de “promenade arquitectónica”. En los días en los que no se sitúen elementos temporales, dicho recorrido puede utilizarse como área de juego para los niños, bien como únicas líneas por las que pueden recorrer el proyecto o, justo el caso opuesto, como paredes invisibles que no se pueden atravesar en busca de la salida del simulado laberinto al otro extremo. Y es que un laberinto variable a lo largo de las estaciones del año, debido al diferente ángulo de incidencia de los rayos de sol, puede ser un reto muy entretenido para un niño. Este caso es el más claro ejemplo de como la iluminación natural en una pieza arquitectónica se puede disfrutar de diferentes formas.



3. Las aberturas hiperbólicas crean tanto iluminación focal como laminada. Esto ocurre nuevamente por la diferencia de incidencia de los rayos de sol. Los focos destacan otros puntos del escenario que supone el proyecto, además del centro de la espiral. Puntos en los que un actor o una banda de música puede estar actuando, o incluso para destacar alguno de los productos estrella el mercado. No tenemos que olvidar que la mayor parte del agua recogida permitirá un aumento de los campos de cultivo que se puede desarrollar, así como el consecuente incremento de productos agrícolas.



2 Conclusiones

Las matemáticas se han ido aplicando a lo largo del tiempo en diferentes disciplinas. Por ejemplo, está muy presente en conceptos contemporáneos arquitectónicos, los cuales incluyen el modelizado de superficies paramétricas y volúmenes complejos que permitan resolver estructuralmente espacios aparentemente imposibles. Ya no sólo en la práctica, sino también en la formulación de teoremas de desarrollo de la morfología de la ciudad están presentes. En el urbanismo, desde la teoría del caos, se entiende la ciudad como un ente con vida propia que sigue unos patrones de crecimiento fractales, desarrollando núcleos sociales a diferentes escalas.

La sociedad actual, en su mayoría, entiende la aplicación de las matemáticas en la arquitectura como grandilocuencias fruto de las nuevas tecnologías. No obstante, bajo mi punto de vista, las matemáticas resultarían mucho más útiles en intervenciones mínimas de grandes repercusiones. Por ello, este proyecto se debe entender como una aproximación teórica de las mejoras que un proyecto a humilde escala puede ofrecer a una comunidad empobrecida en un país en vías de desarrollo.

Así pues, se intentan combinar las teorías fractales urbanistas, y las prácticas experimentales volumétricas, aunadas en busca de los objetivos del Milenio que persiguen, entre otros, los derechos humanos de igualdad social.

Agradecimientos

El proyecto es resultado de una práctica de colaboración en el departamento de matemática aplicada de la Universitat Politècnica de València, en la E.T.S. de Arquitectura, financiada por una beca del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Este proyecto ha sido tutelado por el Profesor Alfred Peris, a quien le debo la aportación de diversas ideas y, en particular, el diseño y mecanismo de funcionamiento de las cubiertas modulares desplegadas.

Referencias

- [1] F. Moon Chaotic and Fractal Dynamics. *Springer-Verlag New York, LLC*. ISBN 0-471-54571-6. (1990).
- [2] M. Batty, P. Longley. Fractal Cities: A Geometry of Form and Function. *Academic Press Inc. San Diego* . ISBN 0-12-455570-5. (1994).
- [3] K. Falconer. Fractal geometry : mathematical foundations and applications. 2nd edition. *John Wiley & Sons*. ISBN 9780470848623. (2006).
- [4] B. Mandelbrot .The fractal geometry of nature. *W. H. Freeman and Co., San Francisco*. ISBN: 0-7167-1186-9. (1982).
- [5] <http://www.susqu.edu/facstaff/b/brakke/evolver/examples/periodic/periodic.html>
- [6] <http://www.indiana.edu/~minimal/graphics/index.html>
- [7] <http://demonstrations.wolfram.com/search.html?query=minimal%20surface&start=1&limit=25>