

LOS DESAFÍOS DE UN PROYECTO DEMOSTRATIVO “HOTEL ECOLÓGICO” EN VILLA DE LEYVA, COLOMBIA

Lucia Esperanza Garzon

Profesional independiente y Red Iberoamericana PROTERRA. bioarquitecturatierra@gmail.com

Palabras clave: Arquitectura ecológica en tierra, BTC, tapia pisada, bóvedas auto portantes, construcción sostenible

Resumen

Es un documento que reflexiona sobre los elementos arquitectónicos y de diseño sostenible para un equipamiento hotelero; un “Eco hotel” proyectado con innovaciones tecnológicas que recupera elementos de construcción con tierra, entrepisos y cubiertas con bóvedas, materiales naturales y locales, todo con el objetivo de dimensionar un diseño ecológico y el impacto pedagógico y social. El proyecto fue gestado en el año 2017, planeado bajo principios filosóficos holísticos y criterios de diseño ecosostenible, dentro de un contexto cultural con tradición de construcción con tierra por siglos en un pueblo colonial de Boyacá: Villa de Leyva, Colombia. La mirada ecológica, es un desafío para estos tiempos, con un proyecto de servicios: un eco hotel, amigable con el ambiente y con el entorno, es propicio para investigar, innovar en la arquitectura, recuperar técnicas con un lenguaje e identidad propias ante la realidad de una crisis energética. Durante el proceso previo al diseño se identificaron estrategias de gestión, que comprometiera a los propietarios a cumplir con normas gubernamentales, como también sensibilizar al cliente y a los usuarios futuros, al implementar políticas y medidas sostenibles de consumo responsable y de educación ambiental. La metodología de un proyecto de una obra arquitectónica demostrativa con componentes sostenibles involucra múltiples criterios y principios ecológicos, energéticos, normativos, tecnológicos y estéticos; hoy con la licencia de obra, va en proceso de construcción y evidencia esperanza, con la convicción de que un material como la tierra, junto con otras tecnologías sostenibles, son viables en el mercado actual, y aportan incluso filosóficamente a la sociedad en el cambio de paradigmas.

1. ANTECEDENTES

El hotel ecológico de Villa de Leyva fue planeado como un proyecto ético ambientalmente, innovador, demostrativo y que fuese un hito en el contexto hotelero para el municipio y el departamento (figura 1).



Figura 1 – Fachada y corte del hotel ecológico de Villa de Leyva (Proyectista: Arq Lucia E. Garzón)

Con una visión contemporánea de la arquitectura se identifican otros valores más allá de los económicos, como son los costos ambientales, el impacto de la materialidad, la procedencia de los componentes de la obra, las distancias de los materiales, entre otros.

Los criterios de diseño desde el inicio, resultan de la experiencia, con el estudio de las formas más ecológicas; la morfología incide en el consumo de energía por la materia consumida para la producción de los materiales y los procesos de producción, incluso la geometría y los sistemas constructivos aplicados, afectan los costos energéticos e implican contaminación, en la producción de bióxido de carbono, emisiones e incluso, indirectamente impactan en otros costos de mantención y análisis del ciclo de vida (ACV) del proyecto.

Aspectos como la protección ambiental del entorno donde se emplaza el hotel, variables como la gestión del ACV de las materias primas utilizadas en la obra, la reducción en la generación de residuos, el aprovechamiento de la energía y el reciclaje de agua, fueron elementos constituyentes determinantes para el diseño del hotel.

2. UBICACIÓN

El proyecto está localizado en la zona andina colombiana, entre la cordillera oriental y central: en Villa de Leyva, municipio de Boyacá, coordenadas 5°37'59"N 73°31'32"O. La altitud es de 2200 m, topografía plana con suaves pendientes en una zona de sismicidad media (figura 2).



Figura 2. Localización de Villa de Leyva en Colombia

A un kilómetro del hotel esta Villa de Leyva, el pueblo colonial fundado el 12 de junio de 1572, lugar turístico que conserva un lenguaje arquitectónico de herencia andaluza; en la época precolombina fue un asentamiento del pueblo “muisca”, con varios siglos de memoria constructiva con la tierra como material y un saber intangible por la ancestralidad de sus poblaciones; desde 1954 es monumento nacional.

El predio con 3.576 m², de forma casi rectangular, actualmente por las normas urbanísticas solo permite ocupar 786 m² para la construcción.

El terreno está situado al sur-este del centro de la cabecera municipal, sobre una vía pavimentada y de fácil acceso que conduce al centro de convenciones “Los Fundadores”; está emplazado en el área suburbana, con baja densidad turística, hecho que disminuye la contaminación ambiental y acústica.

La tendencia es convertirse en un área urbana en corto plazo, hecho que incrementaría la densificación, y como proyección para aprovechar la ocupación, se prevé a futuro un desarrollo progresivo, una segunda etapa con otros volúmenes para crecer en la parte posterior y lateral, y construyendo nuevos servicios complementarios hoteleros como son el salón de eventos, ampliación de habitaciones, servicios y restaurante.

3. MEMORIA DESCRIPTIVA

3.1 Programa de espacios

El proyecto cumplió con el área permitida para construir (786 m²), distribuidos en dos pisos; con mayor altura de lo convencional por criterios estéticos, técnicos -como ventilación y espacialidad- y por la técnica de las bóvedas, guardando las proporciones del lenguaje de la arquitectura colonial.

En el primer piso con 521 m², se diseñó el acceso y lobby, diez habitaciones de tamaños y capacidad diferentes con los respectivos servicios higiénicos, el área de administración y el área de servicios, lavandería, alacena, bodega y baños para visitantes, todos con accesibilidad para todas las personas y sin barreras arquitectónicas. Todas las habitaciones tienen una salida con una terraza exterior que se integra al paisaje. En el segundo piso de 265 m², se accede en la primera etapa por las escaleras y para la segunda etapa se proyecta generar con una rampa. La amplia escalera es construida con una bóveda de ladrillo recargado que recibe el hall del espacio social para eventos o restaurante, como centro de las dos alas de las habitaciones superiores, una de ellas, la más importante: la suite presidencial.

El hotel cuenta con 30 estacionamientos vehiculares para eventos, en promedio 2,15 por habitación.

El diseño por diversos criterios de acomodación y flexibilidad, estableció cuatro tamaños de habitación:

- Cinco habitaciones para parejas con una media de 14 m², más el área de closet y baño proporcional.
- Cinco habitaciones para parejas con una cama adicional de 20 m², área de closet y un baño más amplio y cómodo.
- Tres habitaciones para familias con una cama doble y la posibilidad de dos camas sencillas, área 28 m², más el closet doble y un amplio baño.
- Una suite presidencial que consta de un espacio de estar de 16 m², habitación del matrimonio: 30 m², vestier, jacuzzi, vestidor y balcón, para un total de 60 m².

La capacidad de acomodación es para cuarenta personas en total.

La cabecera de la cama de las cuatro habitaciones más amplias fue proyectada con tapia pisada artística que incluirá los nichos, lámparas y detalles constructivos decorativos y exclusivos.

Otras áreas de servicios como la cocina y el área de comedor se colocaron en el segundo piso para la privacidad de los huéspedes, así como la zona de relax con amplias áreas de juego, recreación y descanso en dos terrazas de 40 m² y 60 m².

El comedor es el espacio articulador de las dos etapas de construcción y de futura ampliación, donde se conectará el nuevo volumen de una tercera ala del edificio.

3.2 Escala

Es un proyecto a pequeña escala, distribuido entre espacios habitacionales, sociales, servicios y de recreación.

Muchos aspectos de las proporciones arquitectónicas del hotel, así como el tamaño de las habitaciones, ancho de los corredores, alturas, accesibilidad, tipo de servicios entre otros, fueron establecidos con base en la norma Colombiana que reglamenta y clasifica los establecimientos de alojamiento y hospedaje, con categorización para los hoteles y establece los requisitos normativos NTSH 0006 (2014). La aspiración de que el hotel pueda acceder a una categoría de 4 estrellas, al complementar los servicios y con el futuro crecimiento de la 2ª etapa por desarrollo progresivo, podría aspirar a las 5 estrellas.

33. El proyecto de paisajismo

Por la forma del proyecto, se propone vegetación de altura media y baja que envuelve el entorno semicurvo del perímetro y del volumen hotelero que se enmarca dentro de la forma rectangular del terreno (figura 3).

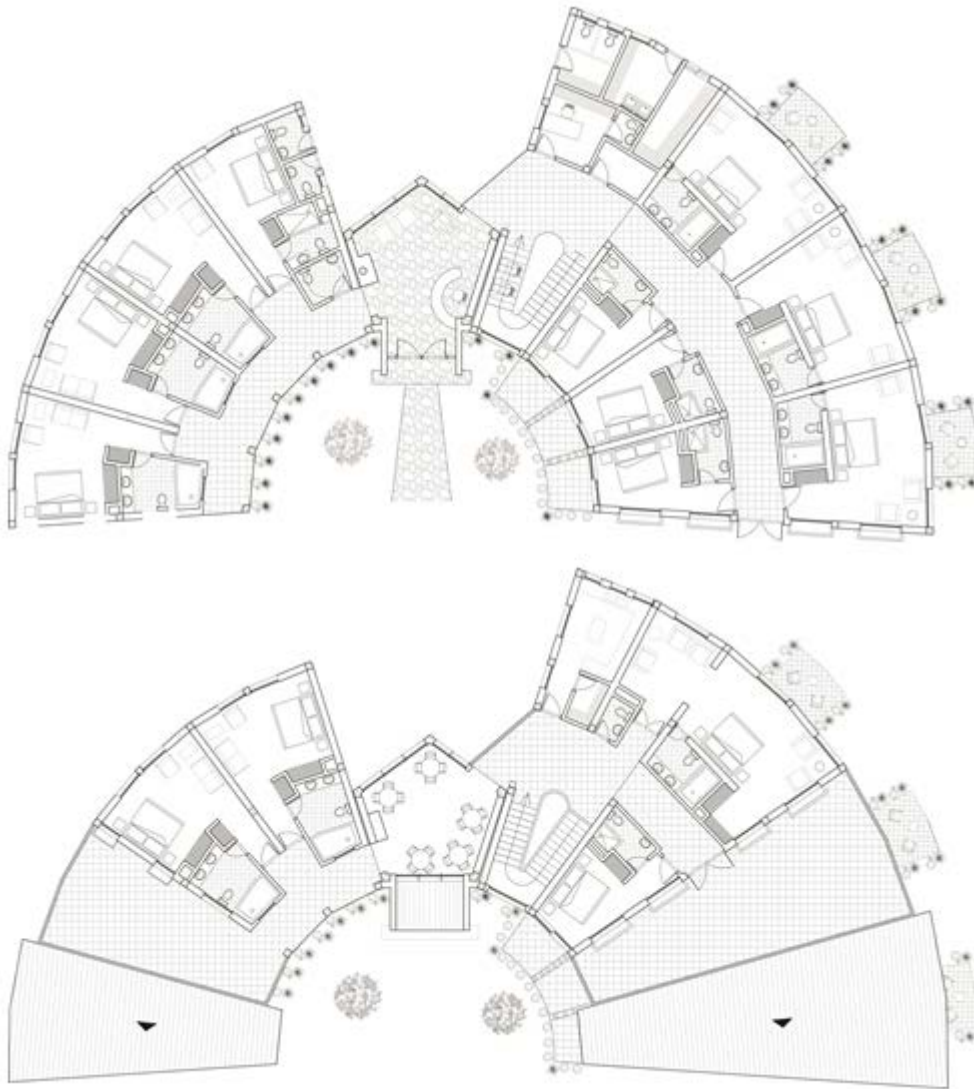


Figura 3. Planta arquitectónica del primero y segundo piso (Proyectista: Arq Lucía E. Garzón)

En la fachada anterior donde está el control de acceso, se proyecta la portería, los espacios de estacionamientos y jardines, y se deja al fondo del terreno un espacio desconectado de la visual de la vía, donde se instalará eventualmente una carpa para ochenta personas, y así crear un ambiente natural para los eventos y celebraciones.

4. PRINCIPIOS SOSTENIBLES

Como dice el principio 5 de Holmgren¹ (2002), "si hacemos un mejor uso de la abundancia de la naturaleza, podremos reducir nuestro comportamiento consumista y nuestra dependencia de los recursos no renovables"

Los criterios sostenibles son el eje del desarrollo del hotel, con este fin, se describen algunos elementos considerados para el diseño.

¹ ingeniero de diseño ecológico y creador del concepto de permacultura, definió 12 principios guía para el diseño al generar sistemas sostenibles

4.1 Bioclimática

Se tomó como base la información meteorológica extraída de los datos oficiales del instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales nacionales.

- a) Temperatura – la temperatura varía entre 10°C a 22 °C y rara vez baja a menos de 5°C o sube a más de 24°C; el promedio de temperatura es de 16,5°C. Existe una temporada templada que dura 3 a 4 meses desde diciembre hasta abril y la temperatura máxima es de 22°C.; la temporada fresca y más fría dura aproximadamente 3 meses, de junio a septiembre.

Estas variables definieron sistemas constructivos y elementos de diseño para determinar la forma, aprovechar la asoleación, y que los materiales que conforman la envolvente tengan la capacidad térmica y la regulen, por ello la elección de los materiales que conforman las envolturas constructivas del hotel.

La hipótesis para responder bioclimáticamente y estabilizar las temperaturas interiores de las habitaciones, que se mantengan en 20°C y para mejorar las noches y los meses fríos, se realiza a través de recursos pasivos de la arquitectura. Estas temperaturas se comprobaran con mediciones en la etapa de uso y se llevara el registro con la ocupación del hotel.

- b) Humedad relativa – oscila durante el año entre 70% y 79%, siendo mayor en los meses de mayo y noviembre y menor en julio y agosto. La construcción debe disminuir esta condición de humedad, para esta variable el criterio fue aplicar la tierra como material, que cumple la función de regular las condiciones higrotérmicas del edificio y es uno de los pocos materiales que posee esta cualidad.

La humedad relativa de los espacios de habitación ocupados en el hotel, por las características de humedad del lugar y por la envoltura, no sobrepasará 65%, aprovechando el desempeño del material y el sistema de envoltura porosa de los elementos constructivos.

- c) Vientos – son entre mayo y septiembre los meses de mayor intensidad de vientos, no es una zona de mucha ventilación por la localización y las construcciones vecinas existentes. El proyecto propone un manejo paisajístico que permita controlar el viento que viene del norte y algunas veces del sur. La forma semicircular del proyecto facilita la movilidad de las corrientes y disminuye el impacto al no oponerse de frente al viento.

El acceso y lobby del proyecto se protege de este factor, al crear una mampara o exclusiva constructiva, representada en la bóveda de acceso que protege las eventuales corrientes que se puedan concentrar en esta área.

En las alcobas las ventanas se les debe colocar elementos de quincallería que permitan evitar golpes por las batientes, algunas de las puertas-ventanas se proponen con sistemas corredizos para evitar estas afectaciones. Los caudales óptimos de renovación de aire al interior del proyecto se basan en el estándar americano ASHRAE 62.1 / 2010, para de esta forma calcular de manera adecuada, las aberturas de inyección y extracción de cada una de las zonas analizadas.

En el proyecto todos los espacios de habitación tienen ventilación directa, así como algunos espacios de servicio, los baños y algunos corredores internos, tienen elementos para la ventilación forzada.

- d) Precipitación – el promedio de lluvia total anual es de 960 mm y la temporada más seca es de 3 meses entre diciembre y marzo, hay dos temporadas secas y dos lluviosas y la de mayor precipitaciones es entre abril y mayo.

El proyecto aprovecha las precipitaciones, para ello se diseñaron tanques de recolección de agua de lluvia y todas las aguas son conducidas por drenajes subterráneos para conservar la mayor cantidad, pensando en el futuro, este lugar posee el índice de escasez en 50%.

Previendo esta situación, entre los techos y la mediana altura del segundo piso del hotel, encima de los baños de todas las habitaciones se colocaran tanques de agua gris tratada y tanques de aguas de lluvia, todo con el fin de brindar una mayor capacidad de reserva del

líquido, estos tanques funcionarán por gravedad para los inodoros, disminuyendo el costo de mantención energética.

El actual pozo de la cal de aproximadamente 10 m³, será un reservorio que hace parte del paisaje para recolectar aguas de drenajes y servir para riego de los jardines.

- e) Radiación solar – La nubosidad está el 70 % del tiempo por la cercanía del santuario de fauna y flora de Iguaque, que es un área de conservación natural de la provincia del alto Ricaurte y solo el 30 % del año es despejado de nubes.

Los niveles de iluminación natural para la obra construida, se analizaron teniendo en cuenta las recomendaciones y exigencias del reglamento técnico de iluminación y alumbrado público de Colombia RETILAP. El diseño permite el empleo de luz natural para disminuir el uso de la eléctrica y sugiere sensores de luz.

- f) Brillo Solar- El periodo más resplandeciente del año es entre julio y septiembre y dura en promedio dos meses. La forma semi circular de la planta permite recibir radiación en los diferentes meses del año y la localización del proyecto en relación al norte, buscó potenciar la mayor cantidad de luminosidad al interior.

Los datos sobre el micro clima de Villa de Leyva ofrecen que este lugar sea muy confortable y dentro del triángulo del confort.

Todos estos elementos fueron considerados para el diseño y la morfología del mismo.

La hipótesis sobre aspectos bioclimáticos fueron referenciadas por el cuadro psicométrico de Givoni y Milne (1979), cuyas variables fueron consideradas para la implantación general, con diseño de sistemas pasivos de climatización y algunos cálculos de transmitancia térmica de la envolvente arquitectónica con la envoltura de pared doble con bloque de tierra comprimida (BTC) (elemento constructivo similar a los ladrillos cerámicos). Estas paredes diseñadas de 30 cm de ancho, con el sistema de aparejo real, forman un colchón térmico que disminuye el rango de temperaturas entre el interior y exterior que permite una regulación entre 18°C y 24°C.

Un eco hotel exige buena acústica entre los espacios para la tranquilidad y el descanso de los usuarios. Para amortiguar los sonidos, el diseño arquitectónico localizó los baños, al lado interno de los corredores de cada habitación, y así se logró distanciar el ruido que puedan generar los espacios comunes.

Entre el primero y segundo piso los baños se proyectaron uno encima del otro, para que los espacios creados por las bóvedas de los entrepisos, generen una cámara de aire que no permita el traspaso de sonidos, y también la descarga de los aparatos se disminuya, permitiendo colocar los pisos de madera, el silencio será un valor agregado para este hotel.

4.2 Conservación de recursos

Se eligieron recursos de origen local como la tierra, aplicada con la técnica de BTC, la tapia pisada, conjugados con la madera, la piedra y el ladrillo regional. Al ser materiales que hacen parte de la memoria y ancestralidad de la región, todos estos recursos son extraídos y producidos en un radio de 200 km de la obra y su elección hace parte del principio de gestión ambiental, al disminuir el costo del transporte e impacto por las emisiones.

Todas las paredes se proyectaron con envolturas de BTC, cuya producción se realiza en obra y en una pequeña empresa del entorno, así como otros componentes para la construcción; los revoques, pinturas, aislantes con tierra y cal, son materiales sanos que responden a las exigencias bioclimáticas. También se usarán maderas que no tienen aditivos químicos, para evitar productos que poseen Compuestos Orgánicos Volátiles COV.

4.3 Emisiones

Para mitigar el cambio climático se propuso usar materiales y procesos con bajas emisiones de bióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera que de acuerdo al modelo constructivo

propuesto y los componentes básicos materiales serán un criterio hasta la conclusión del proyecto y así, elaborar el análisis y evaluar el impacto real y costo ambiental de este edificio.

Las emisiones de CO₂ se asocian al peso por m² de la construcción y se calculan del proceso de fabricación de los materiales empleados en la ejecución de la obra del hotel, al realizar el cálculo del impacto ambiental, la mayor incidencia está en los materiales de envoltura por las cantidades y volumen, el BTC tiene como indicador “cero emisiones”, siendo el recurso más apropiado porque elimina la contaminación. La tierra y la cal también en los revestimientos exteriores adicionalmente absorben las emisiones de CO₂.

Considerar un eco hotel, implica una calidad aceptable del aire al interior, y no debe haber contaminantes conocidos en concentraciones nocivas como lo determinan las autoridades responsables por exponer la salud de las personas.

También hay emisiones de CO₂ en otros componentes de este tipo de edificio y servicio, por ejemplo en el mobiliario, el equipamiento de las camas y tejidos en un hotel, así como elementos de aseo, que hacen parte de una filosofía integral y debe ser coherente al reducir las emisiones de todo tipo.

5. SALUD

La arquitectura sana es un componente fundamental para un proyecto sostenible, incrementar la calidad del espacio en términos de la salud, mejora la vida de los usuarios, de la comunidad y del entorno. Ya existen legislación y marcos teóricos, como la norma española NTP 521 (1999), que hace referencia a los efectos sobre la salud por exposición de los compuestos orgánicos volátiles (COV), gases emitidos por los materiales en un edificio, que se sospecha que muchos son irritantes y carcinógenos.

Los estudios realizados demuestran que más del 80% de los COV que se encuentran habitualmente en un aire interior son irritantes de membranas mucosas y ojos y que aproximadamente el 25% son sospechosos o comprobados cancerígenos humano...”. (NTP 521, 1999, p.1).

Otras investigaciones sobre la construcción sana, estableció la elección de los productos de construcción para la obra y la recomendación es evitar que contengan COV, por lo tanto por la filosofía del proyecto se descartan materiales como las placas de yeso, y otro tipo de paneles de material fibroso o de maderas a base de resinas que contengan formaldehído.

Para el recubrimiento de las paredes en vez de usar materiales plásticos que pueden contener resinas de poliestireno y urea-formaldehído, o baldosas vinílicas, se sugirió para la obra, revestimientos de cal y arena y pinturas naturales que propicien la respiración de los espacios.

La acometida de energía se proyectó subterránea y la distribución de las redes va entre las paredes de tierra, ninguna por entre pisos o placas evitando electromagnetismo que afecte a los huéspedes. Para favorecer el descanso, premisa fundamental de un hotel, los estudios geobiológicos recomiendan desviar y encajar las redes y no pasarlas por las placas o entrepisos, es así como todas las redes están diseñadas para que se extiendan cerca de las estructuras de las vigas y en los espacios con cámaras de aire de las paredes dobles de tierra.

6. ENERGÍA

Como la mayor proporción de energía consumida a nivel mundial proviene de fuentes fósiles, se proponen fuentes renovables para este equipamiento y es prioridad racionalizar la energía en el hotel. La energía consumida en Colombia tiene una amplia participación de la energía hidroeléctrica, ante el futuro el ahorro energético en la electricidad, gas y agua exige instalaciones de sistemas de energías alternativas, con mecanismos de seguimiento para los consumos energéticos del proyecto.

Para el hotel se promueve parte de la generación de energía de forma autónoma y propia, no contaminante y busca convertirse durante el proceso en un hotel con mínimo de emisiones. Se proyectó el edificio con eficiencia energética, tecnología LED (*light emitter diode*), promoviendo buenas prácticas para hacer uso racional de la energía. Todos los sistemas de iluminación, refrigeración, calefacción, cocción, serán con sistemas eficientes y de bajo consumo energético.

Se proyecta en la segunda etapa la colocación de calentadores de agua solares y eficientes con tecnología nacional y algunos sistemas de iluminación exterior con lámparas solares.

7. AGUA

El promedio por huésped es de 150 litros de agua diariamente, esto exige un uso eficiente y responsable del recurso hídrico, con sistemas de ahorro de agua, que promuevan el aprovechamiento y uso racional de las fuentes, así como la recolección de las aguas de lluvia que a través de las cubiertas se almacenan.

Se proyectaron las redes sanitarias con tuberías independientes para reciclar las aguas grises, cuyo ahorro puede suponer para los eco hoteles hasta 60 litros de agua potable por persona y de esta forma realizar un manejo responsable de las aguas negras con una planta de tratamiento de aguas residuales propia, que aminoren la carga para el municipio y permitan reciclar parte de las mismas.

Se recomienda el lavado de ropa con máquinas eficientes, colocar tanques y reservorios exteriores y el uso de agua para jardines hacerlo con aguas recicladas.

Después del agua, materiales como el cemento son la segunda sustancia más utilizada en la tierra que consume una décima parte del agua tratada. Este material es responsable entre el 4% y el 8% del CO₂ mundial, con estos argumentos, el hotel procura reducir el uso del cemento y del concreto. El concreto reforzado solo se proyectó para la cimentación, las columnas y las vigas, reduciendo un 40% en esta propuesta y se realizó con este material por las exigencias de sismo resistencia.

El sistema de entepiso que tiene aproximadamente 450 m², se diseñó con un sistema auto portante de Bovedas de ladrillo recargado, contruidos con vigueta y listones de madera; en él, solo se usan apoyos en los arcos de las bóvedas y en los extremos de las vigas, reemplazando las placas de concreto que generan un gran ahorro.

Armonizando la tradición local y el lenguaje arquitectónico eco sostenible, para los 20 baños y áreas de servicios del edificio, se consideran sistemas de ahorro con dispositivos ahorradores, material que complementa las estrategias de usar el agua de forma consciente y esto incluye campañas educativas de buenas prácticas y optimización de los recursos con los huéspedes.

Los desechos sólidos serán reducidos y los reciclables y orgánicos se dispondrán en áreas de compostaje, así como se deben disminuir los desechos sólidos no reciclables.

8. ACCESIBILIDAD

Este es un criterio para el diseño y para la construcción, la posibilidad de acceder una persona con o sin problemas de movilidad e integrarse a los espacios del primer piso y en la segunda etapa en el segundo nivel del hotel, se traduce arquitectónicamente en acceso a todo con rampas en el primer nivel, evitando obstáculos y proyectando los espacios con amplias proporciones para la movilidad de una posible silla de ruedas (corredores y puertas).

La accesibilidad se brinda de una forma cómoda, estética, segura y se refleja en la amplitud de los espacios, para superar los pocos niveles, y en los detalles de mobiliario, grifería y accesorios en los baños y quincallería. Este criterio de accesibilidad es un valor agregado para el hotel, por no restringir el uso a ningún tipo o grupo de personas, haciéndolo más incluyente y comercialmente más atractivo.

9. MORFOLOGÍA

En la génesis del proyecto arquitectónico se exaltan premisas de la construcción ecológica y sostenible. En el pueblo existen más de 800 servicios hoteleros, y la propuesta busca establecer diferencias y valores agregados en el mercado local.

Existe una tendencia en el sector turístico habitacional para temporada y uno de los valores agregados con la oferta de un hotel con espacios amplios, amables, acogedores con un lenguaje y estética propios, que proporcionen reconexión, descanso y paz, lo hacen un eco hotel.

El acceso al edificio se propone por el centro del terreno por la parte del ante jardín, la normativa exige un aislamiento de 25 metros desde el eje de la vía, este espacio se aprovecha para el diseño paisajismo con un pequeño canal de agua (antiguo “canal de los españoles”) que recorre todo el frente del terreno; allí se emplazan los estacionamientos vehiculares y la portada hito del Eco hotel.

La síntesis de la forma geométricamente es un punto central con dos alas curvas a cada lado en forma semicircular que parte del principio de la “simetría asimétrica”.

Para buscar mayor eficiencia en el diseño, la forma de corredores de distribución curvos disminuye las áreas de circulación.

El proyecto por las proporciones se plantea en dos pisos, un volumen alto que parte del centro como punto de mayor altura y va descendiendo el tamaño hacia donde la fachada frontal se orienta que es el área pública, parcialmente dirigida al sur; el emplazamiento de forma semicircular, define la figura que cierra la parte plana del semicírculo hacia este frente y de allí surge el trazo del punto central que genera el radio y llega a la delimitación de un diámetro.

Este centro o punto generador visualmente es donde parte la conexión del acceso principal. Desde este punto irradian líneas curvas, con líneas semicirculares que parten desde la fachada anterior y se van ampliando con líneas paralelas concéntricas hasta la fachada posterior, conjugando líneas que hacen reflejo, protegen el espacio posterior que será el área más silenciosa, amortiguada por el volumen de eco hotel y con los volúmenes crecen con ritmo y movimiento, establecido por los vanos de las ventanas y arcos que conjugan con paredes llenas y con alturas ascendentes del extremo hacia el centro, de la altura más baja de la calle, va subiendo con el diseño paisajístico de plantas arbustivas de jardín, los estacionamientos con las alturas de los vehículos, y con un amplio espacio se crea el aislamiento de la calle vehicular.

Con la proporción de los volúmenes arquitectónicos, se establece un descenso escalonado que con elementos naturales y constructivos conforman un lenguaje arquitectónico espacial, la mayor altura en el centro del hotel se equilibra con la menor altura, remata en las habitaciones del primer piso de las dos alas y se integran con dos terrazas laterales como espacios semiabiertos y de transición que se conjugan al entorno y al paisaje.

Las formas semicirculares tienen diversas ventajas, son más estables estructuralmente que las rectangulares, ofrecen ganancias de calor en la superficie de las paredes al recibir la radiación solar casi todo el día, responden mejor a fenómenos naturales como los vientos, y juegan con el movimiento del sol, acústicamente estas formas suavizan los sonidos, y estas formas tienen mayor eficiencia energética.

Una importante propiedad de las formas semicirculares es que necesitan menos cantidad de materiales para revestir las superficies, hecho que incide en consumir menos energía para una misma superficie.

Simbólicamente una forma semicircular es una sección que parte del círculo, el centro con una forma pentagonal es el tensor central de allí parten las dos alas o secciones del volumen, esta forma es similar a una “media luna en creciente”, que se asocia en los imaginarios a algo que aumenta con un desarrollo natural y se asimila a la forma de

“herradura” que era considerada por los griegos como símbolo de fertilidad y fortuna, transmite creencias de promover la ventura y atraer las energías del cielo.

Así como la planta es semicircular, también las bóvedas son un espejo de estos principios, espacios que también disminuyen la energía que consume un edificio y aminora gastos ambientales al no construir placas de concreto de entrepisos.

Las bóvedas y la herradura son figuras con similitudes formales, para el proyecto se recurrió estéticamente a esta forma con el fin de establecer un lenguaje unificado entre planta y alzados.

Como la forma del semicírculo es un segmento de espacio geométrico, desde el centro conforma un cono como un vértice y desde la mirada de la escala humana puede ver la fachada desde una línea radial, que es la forma como el ojo percibe los 180 grados. Formalmente esta geometría en planta tiene un centro de donde parte todo, el trazado genera una tensión o punto de fuga, permitiendo visualizar como en abanico todo el volumen.

La escalera a un lado del centro conecta lo inferior con lo superior y conecta diferentes funciones y servicios, como son la administración, la cocina, los baños, las bodegas, un pequeño centro de negocios y un amplio lobby que reciba al huésped.

Se tiene proyectada una segunda etapa y en ella se plantean otros servicios que incluyen un lugar para celebraciones, tendencia en el lugar, donde se realizarán fiestas y rituales como matrimonios con diferentes creencias, que permitan alojar los recién casados y parte de los familiares.

10. EXPLORACIÓN DE SENSACIONES

A partir de la observación de la naturaleza, con el fin de entender los elementos que componen la relación hombre-espacio-naturaleza, en este hotel, arquitectónicamente, se busca estimular y generar ambientes contruidos orgánicos, con sensaciones que, al recorrer los espacios generados, reconecte al hombre, al huésped, al visitante.

Desde el exterior el volumen contrasta con el paisaje urbano vernáculo, pasa de la línea recta a la curva cuando se ingresa al interior; el proyecto busca despertar la memoria de la tierra y exalta la percepción humana que lo conecta con sus antepasados.

Villa de Leyva está ubicada en un territorio que posee una tradición con los sistemas constructivos más antiguos de la tierra, surgida desde la cultura del adobe, la madera, la piedra y la cal. Estos son elementos que hacen parte de la tradición constructiva local y, conjugados en los espacios del proyecto, representan simbólicamente el paisaje rural ancestral que se integra al edificio desde la funcionalidad contemporánea.

El territorio de Villa de Leyva, una vetusta vocación de ocio y la tierra como elemento natural desde hace siglos se articulan en un cobijo temporal para el sosiego, espacio cuya sensación predominante es ofrecer serenidad, a partir de sensaciones táctiles y visuales conjugadas con elementos geométricos, texturas con revocos lisos que contrasten los colores cálidos de la luz en los suelos de tonos terracotas, y que responden armónicamente a las condiciones del lugar.

Más plenamente que el resto de otras formas artísticas, la arquitectura capta la inmediatez de las percepciones sensoriales. El paso del tiempo, la luz, la sombra y la transparencia; fenómenos cromáticos, la textura, el material y los detalles, todos ellos participan en la experiencia de la arquitectura en el eco hotel.

11. MATERIALES Y TÉCNICAS

11.1 Especificaciones técnicas

- a) Estructuras y cimentaciones: concreto armado
- b) Sobrecimientos: piedra labrada de la zona

c) Pared: albañilería de BTC y tapia pisada

d) Instalaciones

- Eléctricas: las tuberías van embebidas por entre paredes y bóvedas. Luces led
- Sanitarias: separación de aguas grises y aguas negras. Tanques de reserva
- Hidráulicas: recolección de aguas lluvias, planta de tratamiento de agua y tuberías de PVC.
- Gas: Sistema de gas domiciliario
- Sonido: redes de sonido interno entre las paredes y bóvedas
- Especiales: redes inalámbricas de internet y otras comunicaciones.

e) Escalera: Arcos de ladrillo recargado, basado en la técnica catalana.

f) Acabados

- Bóvedas de entrepiso con ladrillo recargado, todos los espacios para el 2º piso
- Cielorrasos: ladrillo a la vista en lobby, comedor, corredor, habitaciones y servicios
- Pisos: Lobby: piedra pizarra, corredores/baños: cerámica, habitaciones: madera.
- Paredes: 60% BTC a la vista, 5% Tapia pisada artística en cuatro cabeceras de habitaciones, 35% bloques cerámicos en áreas de servicios y baños.
- Revestimientos: En las paredes de servicios y baños con cal y arena, lisas y rusticas, con zócalos de piedra laja en el primer piso, pinturas naturales, no tóxicas sin efectos alérgicos y un 10% de cerámicas para duchas y zonas húmedas.

g) Carpintería: Puertas, ventanas y muebles en maderas de cadenas sostenibles.

h) Estacionamientos: Piso con gravilla y filtros de drenaje

i) Exteriores y paisajismo: jardines

Los materiales de construcción fueron elegidos con criterios sostenibles y dando prioridad a los naturales y ecológicos, evitando materiales tóxicos, contaminantes, radiactivos o que generen gases o electricidad estática.

11.2 Detalles constructivos

La tierra por su maleabilidad y plasticidad permite crear elementos constructivos artísticos y artesanales. La arquitectura con tierra es esencialmente una arquitectura artesanal y tiene como valor los detalles que serían múltiples en este proyecto.

A través de la mano de cada artesano se expresan los detalles constructivos de las paredes, las bóvedas, los cielos, la carpintería, el mobiliario, las lámparas y nichos, y ~~en fin~~ todos los elementos que componen una obra en los acabados, la ventilación es totalmente natural en todas las habitaciones y equivale a un promedio mayor al 8% del área interior, ninguna habitación tiene menos de 2,5 m² de tamaño de ventana o puerta ventana y la ventilación es producida por las diferencias de temperatura.

Los tamaños de las ventanas para este clima dadas las condiciones ambientales, así como conectan el interior y el exterior son un elemento estético y ornamental que funciona con corrientes cruzadas hacia los corredores. La dirección de los vientos y la difusión se logra de forma natural a través de puertas -ventanas u otras aberturas intencionales.

El espacio neto ocupable para la ventilación en cada habitación es mayor que los estándares en la arquitectura ortogonal cuadrangular, las bóvedas ofrecen en volumen por m³ un 30% más de cantidad de aire que una habitación convencional.

Todas las habitaciones bajo las cubiertas tienen un amplio volumen de aire, en el segundo piso se incrementa el espacio con los cielos hechos de bovedillas radiales de ladrillo,

apoyadas en la estructura construida con maderas rollizas, sobre estos elementos de cielo raso, por encima se rellena de forma plana para colocar de techo la teja colonial de arcilla, que hace parte de las exigencias normativas del pueblo monumento nacional, este sistema también funciona como barrera climática.

11.3 Componentes tecnológicos

El BTC, en Colombia, lo regula la NTC 5324 (2004). Para la producción de los 70.000 bloques del hotel, se tomaron los parámetros del producto normalizado. Este tipo de bloques de tierra en paredes cumple con propiedades de resistencia mecánica, capacidad de abrasión y resistencia al agua, las cuales son comprobadas al realizar las pruebas o test.

Se buscaron cuatro tipos de suelos con características físico-mecánicas y colores diferentes: gris crema; semi-amarillo; rosado; y terracota claro. La granulometría de los suelos elegidos de la región posee mayor cantidad de finos con arcillas y limos; por ello se sugirió estabilizar con arena y cal para mejorar la composición y propiedades.

En la producción se sometieron a pruebas *in situ*, para evaluar la calidad de la estabilización con cal, como la norma colombiana solo plantea algunos protocolos con el cemento, los análisis de laboratorio para la producción de los BTC fueron recomendadas dadas las características del insumo (figura 4).



Figura 4 - Producción de bloques de tierra comprimidos y prueba con suelos locales para el eco hotel (crédito: L. Garzón, 2018)

Los BTC se usarán para las paredes que no serán de carga, ni serán sometidos a grandes esfuerzos, funcionarán como envolvente y por lo tanto no requieren tener alta resistencia, sin embargo deben cumplir con la resistencia a la humedad y calidad estética.

Roux y Gallegos (2015, p.60), al analizar en el retraso térmico en BTC, comentan: “los BTC mejoran la sensación de confort térmico en el interior de las viviendas, considerablemente mejor que el bloque de concreto y el ladrillo cerámico puesto que mostró un mayor retraso térmico”

Otros efectos positivos que brindan los BTC en el caso de las habitaciones del hotel es la absorción de humedad por la condensación.

Como criterio de diseño se disminuyen los cerámicos impermeables para las superficies interiores de baños buscando un funcionamiento más natural que se consigue con los revocos de cal y arena, un sistema higroscópico de envoltura porosa que espera funcione con un máximo de 65% e incremente el desempeño y disminuya la humedad relativa de las superficies.

11.4 Bóvedas

Las técnicas constructivas de bóvedas son milenarias, han desaparecido en el siglo XX por los procesos industrializados de construcción y el modelo de desarrollo que impuso otro mercado de materiales.

Aunque no se visualizan las bóvedas en las cubiertas y fachadas del eco hotel, por causa de las exigencias normativas locales, en el proyecto todos los espacios interiores están diseñados con bóvedas y cúpulas de ladrillo recargado sin cimbra.

El ladrillo utilizado es llamado "cuña" y tiene 1000 cm^3 ($5 \times 10 \times 20 \text{ cm}$); con una resistencia que fluctúa entre 60 y 75 kg/cm² y un peso aproximado de kilo y medio. Esta baja resistencia permite que pueda ser cortado manualmente con la herramienta del albañil. Condición necesaria para la rápida ejecución de las bóvedas. Un artesano diestro con su ayudante realiza de 7 a 8 m² por día." (Ramírez Ponce, 2002, sp.)

Este sistema constructivo investigado desde el siglo pasado en México, procedente de Extremadura en España, está en renacimiento como consecuencia de la crisis energética, evidenciando el bajo impacto ambiental y muchas otras ventajas, entre ellas la economía y la ecología.

En el diseño del proyecto del eco hotel este elemento constructivo fue inspirador y fundamental para la identidad del proyecto y darle un carácter espacial, además de la forma curva y orgánica, el hecho de economizar hormigón en los entrepisos - acto que representa ahorro energético - crea un ambiente innovador en la zona y ofrece sensaciones espaciales de amplitud que pocas técnicas brindan.

Otras razones de pensar en las bóvedas en Villa de Leyva surge de otros tópicos, la primera es lo "formal" y por usar menos materiales, consumir menos energía y ofrecer mayor espacialidad en los volúmenes, todos estos aspectos se traducen en la economía de la construcción. En Colombia, enaltecer materiales como el adobe y el ladrillo en la construcción es fundamental en aspectos socioculturales; se exalta un bagaje propio con la arquitectura de tierra desde la colonia y la del ladrillo, además de existir un imaginario colectivo que ha sido reconocido en la arquitectura colombiana.

La función de la estructura se traduce en lo formal, en el caso de este hotel. Todos los entrepisos se solucionaron con bóvedas autoportantes, formas curvas que sincretizan lo orgánico del proyecto como espejo de la planta semicircular que parte de un radio central (figura 5).



Figura 5 - Bóveda de ladrillo recargado para entrepisos

Las bóvedas se proyectan en los dos niveles con formas y geometrías diferentes, en el primer nivel con bóvedas de "crujería", trapezoidales, los corredores con "bóveda de cañón"

en forma semicircular, el lobby con una “cúpula semiesférica” de 6 metros así como el restaurante con una doble altura; estas técnicas generan mayor volumen al interior de los espacios y en el segundo nivel, las cubiertas se diseñaron con bovedillas radiales, apoyadas sobre estructuras de madera rolliza que se distribuyen en forma de abanico y brindan otra percepción de los espacios.

Las investigaciones demuestran la eficiencia del sistema por la rapidez constructiva: 2 horas hombre/m² de cubierta. La forma, la construcción y la estructura son una unidad indisoluble en este elemento constructivo.

El ladrillo en Colombia hace parte de la identidad arquitectónica, es un material accesible y adicionalmente la mano de obra para esta técnica es muy fácil de apropiarse por lo eficiente, logrando hermosos espacios.

El ahorro energético y ambiental al realizar la estructura para el entrespacio en el segundo nivel, donde se encuentran las terrazas, habitaciones, es equivalente a un 40% del costo económico comparado al componente constructivo con materiales convencionales, adicionalmente aliviando la estructura de cimentación.

12. OTROS COMPONENTES

Un eco hotel tiene diversas implicaciones con el entorno, por respetar las costumbres y creencias locales, cooperar socialmente y apoyar actividades socio económicas locales, al cualificar personal con conciencia ecológica y generar empleo, dinamiza la economía local. Un hotel con la visión de las tres RRR -reciclaje, reuso y reutilización- se proyecta como modelo en la zona, y entre las acciones a implementar esta la instalación de contenedores para un reciclaje útil, identificados en los puntos limpios y conectados con los centros de recogida y reciclaje del municipio.

Por norma se evitarán materiales no reciclables y se usarán bolsas plásticas biodegradables para las habitaciones y baños con acuerdos ~~que~~ con los proveedores para eliminar envases que generen residuos en exceso. El hotel requiere crear un programa de capacitación y entrenamiento de todo el personal consciente del compromiso ambiental. Todos los actores estarán involucrados en campañas con carteles informativos en toda la zona hotelera con medidas para la concienciación, incluyendo a los huéspedes.

Para el mobiliario y equipamiento, acciones como la adquisición selectiva de materiales hace parte de la filosofía, un ejemplo son los colchones que serán de látex natural y la ropa de cama para los huéspedes son otra apuesta ecológica, así como los productos de limpieza serán también orgánicos y de bajo impacto ambiental. Se promoverá el compromiso de los visitantes en el ahorro energético, la separación de residuos y conciencia en el reciclaje y uso racional de los recursos, todas acciones pedagógicas indirectas hacia la sostenibilidad.

13. CONSIDERACIONES FINALES

La Organización Mundial del Turismo estableció que hay nuevas formas de hacer turismo donde se integren la cultura, el descanso y la educación, y se promueva el respeto por la naturaleza y la diversidad, decretado como eco turismo.

Proyectarse con esta responsabilidad ambiental ofrece otros valores agregados que pueden generar ingresos provenientes de comunidades escolares y universitarias, al facilitar las instalaciones para realizar visitas y conocer este modelo que ofrece un aprendizaje para las nuevas generaciones, al divulgar y conocer los conceptos de diseño y otros valores intangibles.

El eco hotel en construcción representa un proyecto que desde su origen tiene como eje articulador la visión sostenible, permite ofrecer espacios responsables para la arquitectura contemporánea ecológica.

El turismo es una de las nuevas fuentes de la economía mundial, es un nuevo modelo de desarrollo y una empresa pionera; un hotel con principios ecológicos ofrece un alto respeto y estima en los consumidores conscientes.

Se innova presentando proposiciones e implicaciones prácticas en el uso de productos biodegradables que holísticamente sean capaces de ser asimilados por el ambiente gracias a su naturaleza química y una visión de arquitectura eco sostenible.

Un proyecto con la visión de eco hotel es una apuesta ética y tangible de sostenibilidad para el siglo XXI. Todos los aspectos y criterios concentrados en este proyecto, que partieron de investigar alternativas eco sostenibles, más allá de las técnicas constructivas, de conocer la legislación ambiental y proponer recomendaciones para una edificación de naturaleza ecológica, trascienden el nivel de un proyectista. Esto implica un compromiso integral con los actores y las sugerencias solo serán acogidas si se desarrolla una conciencia colectiva que, más allá de obtener certificaciones y reconocimientos, aspiren a un cambio mental con acciones concretas para una sociedad que reflexione sobre la forma de vivir el turismo, habitar, recrear y consumir responsablemente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NTC 5324 (2004). Bloques de suelo cemento para muros y divisiones. Definiciones, especificaciones, métodos de ensayo, condiciones de entrega (traducción de la norma francesa XP P 13-901 del año 2001). Colombia: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación

NTP 521 (1999). Calidad de aire interior: emisiones de materiales utilizados en la construcción, decoración y mantenimiento de edificios. España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

NTSH 006 (2014). Clasificación de establecimientos de alojamiento y hospedaje. Categorización por estrellas de hoteles, requisitos normativos. Colombia: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación

Gilvoni, B.; Milne, M. (1979). Architectural design base don climate, energy conservatiom through buildins design. Mac Hill book Company

Holmgren, D. (2002). Permaculture: principles and pathways beyond sustainability. Holmgren Design Services.

Ramirez Ponce, A. (2002) Curvas de suspiro y barro. El ladrillo recargado: una técnica milenar y moderna. Arquitectos, año 3. Disponible en <http://www.tz.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitectos/03.028/750>

Roux G., R. S.; Gallegos S., D. P. (2015) Construcción sustentable, análisis de retraso térmico a bloques de tierra comprimidos. Contexto. Revista de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León. v. IX, n 11, p.59-71. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353642518005>

AUTOR

Lucia Esperanza Garzón, arquitecta independiente, participante de la Red Iberoamericana PROTERRA, Colombia; ex miembro del consejo consultivo de PROTERRA, proyecta, construye, investiga y gestiona con materiales naturales, con énfasis con la tierra y las diferentes técnicas con este material entre ellas las técnicas de cubiertas con bóvedas y cúpulas. Promueve la transferencia tecnológica a través de talleres, conferencista internacional en múltiples eventos desde hace tres décadas.