



Catalina Fernández Bravo | Loja, Ecuador

CRITERIOS ARQUITECTÓNICOS DE DISEÑO SOSTENIBLE POTENCIADOS POR LA DOMÓTICA

Aplicación de un prototipo de vivienda domo-sostenible

Introducción

En los últimos 60 años se ha evidenciado el gran avance tecnológico, que hoy en día forma parte íntegra de nuestra vida cotidiana. Frente a esto nos encontramos con la crisis medioambiental, abordada desde hace aproximadamente 40 años, y que nos muestra índices alarmantes de contaminación, escasez de agua, crecimiento poblacional y daños irreversibles al ecosistema, provocados por el hombre, "siendo la construcción responsable de más del 50 % del consumo energético en todo el planeta"¹. Dicho consumo depende en gran medida de las tecnologías utilizadas durante el proyecto, ejecución y mantenimiento. A pesar de los acuerdos internacionales y de las mejoras en la eficiencia energética, no se ha podido medir un alivio, debido, entre otros aspectos, a la edad media de un edificio que se aproxima a los 50 años, el haber heredado obras antiguas, y el nivel de consumismo cada vez más alto.

El uso de edificaciones es inevitable, ya que el 80 % de nuestras vidas se desarrolla en el interior de las mismas, por tanto, es necesario recurrir a soluciones alternativas como es la Domótica y el diseño sostenible, tratando de conciliar criterios ecológicos, económicos, tecnológicos y sociales, optimizando la relación entre la arquitectura, la técnica y el coste, con propuestas accesibles, que mejoren la productividad y rentabilidad de los diseños.

1. Criterios Domóticos

En un sentido más amplio de la domótica, se sitúa la siguiente definición: "El Hogar Digital es una vivienda que a través de equipos y sistemas,(...), ofrece a sus habitantes funciones y servicios que facilitan la gestión y el mantenimiento del hogar, aumentan la seguridad, incrementan el confort, mejoran las telecomunicaciones, ahorran energía, costes y tiempo y ofrecen nuevas formas de entretenimiento, ocio y otros servicios dentro de la misma y su entorno"², ajustándose acertadamente al presente estudio.

Los tipos de interconexión: Corrientes Portadoras (X10), Cableado Estructurado (BUS de datos) y Tecnología Inalámbrica, así como el nivel de inteligencia del sistema, estarán determinados por las necesidades del cliente, con soluciones muy variadas, que dependerán de las exigencias de confort y del presupuesto. En la sociedad de la información, y con la integración de video-comunicación en los hogares, se introduce adicionalmente el espacio digital público. El uso de la vivienda se expande, así como los requerimientos en diseño espacial, por ejemplo la zona de teletrabajo que usualmente se la ubica en el dormitorio (fig. 1).

2. Criterios Domo-sostenibles

En arquitectura las principales fuentes de recursos y de energía renovable a ser controlados son: el agua, la energía solar y la energía eólica, las mismas que cuentan con características como la accesibilidad, son baratas y la más importante es que pueden sustituir los combustibles fósiles utilizados en edificios (calefacción, iluminación, refrigeración, ventilación, etc.) sin contaminar. Actualmente se utilizan programas de cálculo automáticos gratuitos en línea, sin embargo es importante guiarnos por medio de indicadores locales como:

¹ EDWARDS Brian, "Guía básica de la sostenibilidad", Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 2004, pg. 21.

² CASADOMO.com, extraído el 5 de enero 2010 de: <http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?c=9&m=15&idm=15&n2=14>

- Para el control del recurso agua: promedios de lluvias anual y mensual, consumo de agua potable y no potable en litros/habitante/día, área de recogida en m² y número de usuarios. Con estos datos es sencillo calcular la capacidad del tanque reservorio de aguas lluvias destinadas al consumo de agua no potable.
- Para el control de energía solar: ubicación geográfica, orientación, promedio de brillo solar, características de paneles solares y paneles fotovoltaicos (generación de energía en Kw/hora), número de usuarios y número de artefactos eléctricos utilizados con su respectiva energía consumida por día. Estos datos sirven para calcular el número de paneles requeridos y el espacio que van a ocupar.
- Para el control de energía eólica: promedio anual de velocidad del viento y fluctuaciones mensuales, velocidad mínima para turbinas eólicas, potencia del motor, densidad del aire, área que ocupa el molino, altura a ser ubicado.

3. Planificación de un Prototipo de Vivienda Domo-sostenible

3.1. Antecedentes

La propuesta se desarrolla en condiciones ideales de diseño, con una vivienda de tipología aislada implantada en un terreno plano de 1000 m². Posteriormente se revisará su adaptabilidad a las diferentes tipologías urbanas. Se demandará de tres habitaciones con amplios espacios, en total podrá albergar a una familia de 3 a 6 miembros, más el sitio para huéspedes. Los demás espacios comunes que se presentan son: un vestíbulo-recibidor, sala, comedor, cocina, un cuarto de limpieza-máquinas para: la central de gestión domótica, el acumulador de los paneles solares, el inversor y las baterías (funcionamiento de los paneles fotovoltaicos). También se incluirá un patio social provisto de una barbacoa, y cada habitación contará con su zona de tele-trabajo.

La orientación de la vivienda será de este a oeste, la planta se desarrollará en base a medidas modulares, con una profundidad de 14m, ubicando los espacios servidores en la zona central y permitiendo el máximo ingreso de luz natural hacia los espacios servidos (fig.2). Cuenta con 150m² destinados a la zona social en planta baja y en planta alta con 100m² para la zona privada, ésta denominación se verá diluida, disponiendo de espacios transformables tanto sociales como privados en toda la vivienda, como se verá a continuación.

El medio de interconexión recomendado por sus propiedades arquitectónicas, es la tecnología por cableado estructurado, que permite adaptar cambios en el espacio, sin necesidad de cableado conmutable extra, la reprogramación se ajusta a los requerimientos del cliente. Su principal ventaja frente a los dispositivos WIFI, es en la seguridad y confidencialidad de la información de los sistemas domóticos, al transmitir datos vía cable y no por radiofrecuencia. Cada segmento de línea tiene su propia fuente de alimentación, si ésta fallase, la comunicación se interrumpe en ese segmento, el resto permanece inalterado. Contará con un grado de inteligencia integrado: seguridad, confort, gestión y comunicaciones. La distribución en planta permite utilizar un sistema de soportes delimitado por la estructura perimetral, el acceso, las gradas y el invernadero central; las divisiones interiores pueden configurarse de distintas maneras, permitiendo cambios y transformaciones futuras.

Para lograr una arquitectura sostenible es esencial poseer criterios en la elección de los materiales, conceptos como el ahorro, reciclaje, reutilización y rehabilitación, son primordiales a la hora de la toma de decisiones. En este caso se ha escogido el acero para la estructura, por ser un material armable y desmontable; en paredes, entresijos y cubierta, paneles prefabricados de OSB (oriented strand board) ecológicos y económicos, formando una cámara tipo sándwich de 17 cm de espesor, que será rellena con paja como material aislante (fig.3).

3.2. Propuesta volumétrica

El diseño se basa en la conformación de un solo volumen, permitiendo que la energía solar se almacene en la masa constructiva. La parte central interior del volumen se compone de un jardín-invernadero, que actuará como principal regulador térmico, conformado por ventanas móviles corredizas ubicadas en la cubierta, las mismas se activarán automáticamente cuando el termostato indique temperaturas elevadas, permitiendo que el aire circule y salga hacia el exterior con la dirección del viento (fig.4). Contará también con un sistema de control de persianas internas en el doble acristalamiento, siendo reguladas ya sea por programación a través de sensores de luminosidad, por mando a distancia o de modo manual, cuando los usuarios lo requieran, dando el carácter de espacio tanto público, como privado.

La vivienda se encontrará elevada del suelo, apoyada sobre dos columnas centrales que soportarán todo su peso, con el fin de evitar costos en cimentación y hacer más sencillo el trabajo de desmontaje. Será imprescindible la utilización de solar trackers o seguidores solares, con una estructura móvil que rotará sobre un eje horizontal fijo, ubicada en la planta de cubiertas, logrando así un rendimiento del 25 al 40% más que un sistema tradicional fijo de paneles (fig.4).

3.3. Elementos tecnológicos Domo-sostenibles

Se instalarán dos paneles solares, destinados a calentar 400 l de agua no potable al día, abasteciendo el consumo de cinco personas. Esta instalación se alternará con el calefón a gas, de manera que éste funcione en caso de días nublados. Los paneles fotovoltaicos serán en un número de 12 módulos de 165 W cada uno, dando un total de 1980 W por día, energía suficiente para proveer las 24 horas (dato obtenido del cálculo de consumo por horas de artefactos eléctricos), con una reserva en baterías de 3 a 4 días. Este sistema al igual que el anterior se conmutará con la energía eléctrica de la red pública, que se activará automáticamente en los días sombríos.

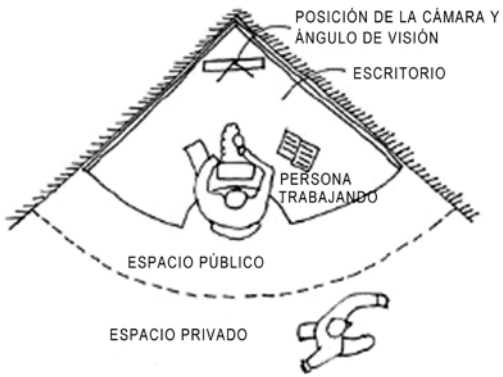


Figura 1: Planta, ilustrando una persona dentro de la zona pública manteniendo una vídeo-conferencia y una persona pasando por detrás en la zona privada (Junestränd, Stefan, (2004), Being private and public at home [versión electrónica], Suecia, extraído el 20 de Octubre 2010 de: http://www.stefanjunestränd.com/wp-content/uploads/2010/06/Junestränd_Thesis_0411011.pdf, p.144.)

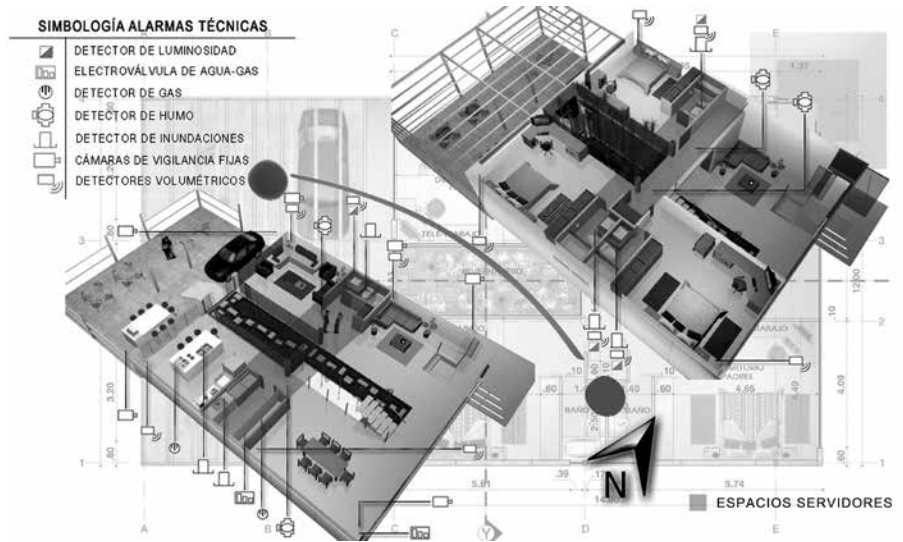


Figura 3. Detalle constructivo de entepiso prototipo de vivienda domo-sostenible.

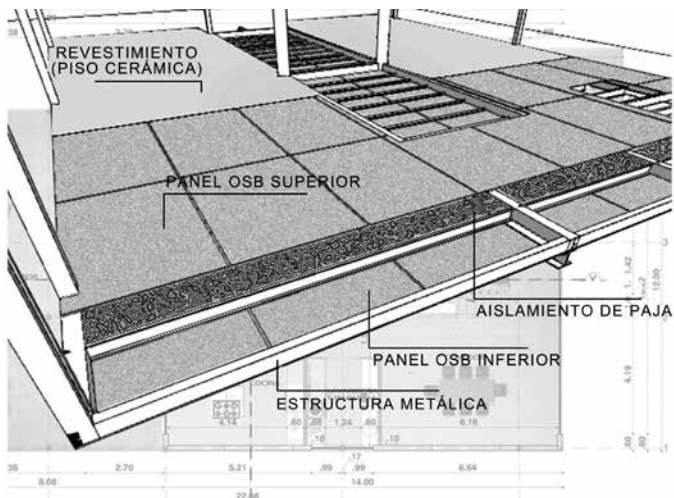


Figura 2. Distribución en planta baja y en planta alta con Instalación Domótica: Alarmas Técnicas.

Figura 4: Vista exterior con la mayor entrada de luz natural más el sistema móvil de paneles en cubierta-invernadero central como microclima regulador de temperatura.

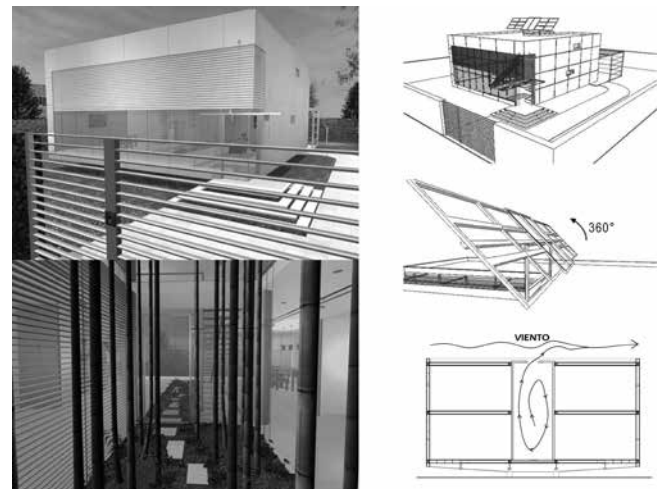




fig.4 Mariana Sandoval Valdez, estudiante. Ejercicios del taller. Máster Laboratorio Vivienda s.XXI, ETSAB 2012-13

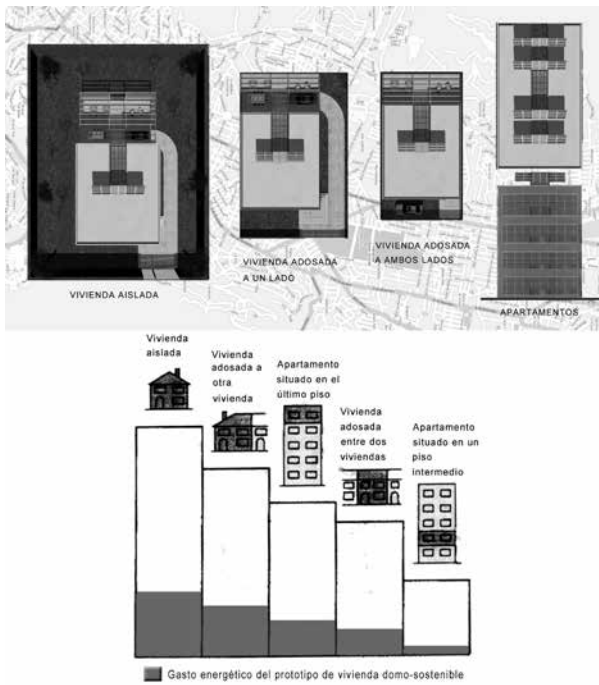


fig.4 Mariana Sandoval Valdez, estudiante. Ejercicios del taller. Máster Laboratorio Vivienda s.XXI, ETSAB 2012-13

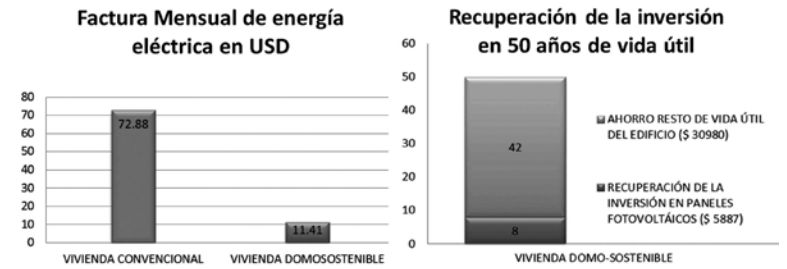


fig.4 Mariana Sandoval Valdez, estudiante. Ejercicios del taller. Máster Laboratorio Vivienda s.XXI, ETSAB 2012-13

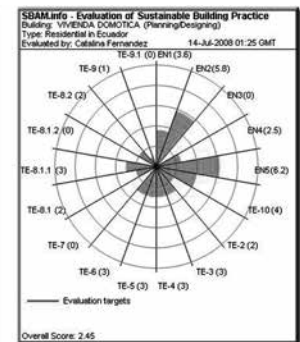
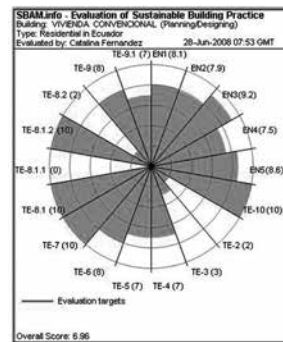


fig.4 Mariana Sandoval Valdez, estudiante. Ejercicios del taller. Máster Laboratorio Vivienda s.XXI, ETSAB 2012-13

La recuperación de aguas lluvias, se realiza por medio de un reservorio de agua enterrado, ubicado en la parte posterior de la vivienda, con un área de recogida de 153 m² en cubierta, que con lluvias de 37,5 l/m² brindará una capacidad de 5700 litros, que es suficiente para dar abasto al consumo de cinco personas, con 10 días de reserva. El uso de éstas aguas, estará destinado a suministrar la descarga del inodoro, lavado de ropa, lavado de vajilla, lavado de autos y riego, por lo que se realizará una instalación paralela a la de agua potable. El sistema de gestión y control domótico será indispensable, enviando la información de la reserva de agua de lluvia existente en el depósito para la gestión automática.

La instalación domótica, a más del control de las persianas, el control de la climatización, el toldo exterior desplegable y de los elementos sustentables especiales (paneles solares, paneles fotovoltaicos, depósito de reciclaje de aguas lluvias), contará con un sistema de seguridad con circuito cerrado de tv que muestra la vigilancia interior y exterior con cámaras digitales, que podrán ser ordenadas y visualizadas a través de cualquier interfaz de usuario (tablets, internet, Smartphones, portátil). El control de accesos se dará por medio de videoportero. Además el sistema contará con controles de seguridad en la detección de humo, detección de inundaciones y detección de fuga de gas. La gestión de energía funcionará con el control automático de la iluminación sensor de presencia-actuador, ahorrando consumo, y se podrá realizar la programación de escenas, permitiendo transformar los espacios con la disposición del mobiliario (fig.5).

3.4. Análisis costo-beneficio

Ha sido de gran importancia de estudio, el análisis realizado, que se evidencia en los gráficos de la comparación coste entre una vivienda convencional y el prototipo de vivienda domo-sostenible, ambos con las mismas características de diseño, y con la utilización de los mismos acabados (a excepción del doble vidrio en prototipo), a diferencia, en la vivienda convencional, se han utilizado los materiales de mayor incidencia en la construcción actual local: bloque/ladrillo en paredes, estructura y cimientos de hormigón armado, enlucidos de mortero y vidrio.

Los conceptos que difieren considerablemente son en obra civil y albañilería, con un ahorro considerable del prototipo debido a la rápida instalación de estructura y tabiques prefabricados con costos inferiores, que se compensan en el incremento en el rubro instalaciones domóticas y elementos tecnológicos sostenibles. El resultado se traduce en un equilibrio en la inversión inicial (gráf.1).

Una vez presupuestado el costo total de la obra, procedemos al análisis costo-beneficio con el cálculo de consumo producido por una familia de cinco miembros (gráf. 1), el ahorro mensual obtenido por el prototipo de vivienda es de \$61.47, destinado a recuperar la inversión en paneles fotovoltaicos en un lapso de 8 años. El resto de vida útil se traduce en un ahorro de \$30980 para 50 años de vida útil, sólo en factura de electricidad (gráf. 1).

Otro rubro importante es el ahorro en agua no potable, que en condiciones ideales será del 50% de la factura mensual, esto se traduce en \$6000 de ahorro durante el ciclo de vida útil (dato calculado con el consumo de agua per cápita), siendo bajo debido a que el agua es un bien barato y accesible actualmente. Este referente es un tanto impreciso debido a las sequías prolongadas y a los cambios climáticos fluctuantes.

Desde un punto de vista general, se ha realizado un análisis integral en el monto invertido en elementos sostenibles especiales más la instalación domótica, precio que asciende a \$16700, y puede ser recuperado en un lapso de 20 años, esto implica que los beneficios superan al coste en un periodo de 50 años, con el valor añadido de bajo impacto ambiental.

La gran mayoría de viviendas construidas en el país, han sido diseñadas obviando criterios sostenibles, cuya vida útil apenas está empezando, y sin reparo alguno, se heredarán a las futuras generaciones. Afortunadamente utilizando tecnologías apropiadas aplicadas tanto en obra nueva como en restauración y rehabilitación, se puede mitigar el daño y generar ganancias rentables con el tiempo.

3.5. Análisis del Ciclo de Vida (ACV)

El análisis del ciclo de vida se basa en determinar el grado de impacto medioambiental producido por la construcción, siendo de suma importancia ya que permite establecer el "planteamiento global" entre la explotación y consumo de recursos, más los costos externalizados (contaminación, residuos, daños ecológicos, etc.). De igual manera, se ha realizado una comparación entre una vivienda convencional y la vivienda prototipo domo-sostenible. Para el ACV, se ha utilizado la herramienta de evaluación medioambiental de software en línea gratuito que ofrece el SBAM³ (*Sustainable Building Assessment Methodology*) (gráf.2):

Una vez registrado en la página, se procede a responder alrededor de 82 preguntas referidas a: EN1: agua, EN2: energía, EN3: desechos, EN4: Sitio, EN5: materiales y componentes, TE-2: calidad del agua, TE-3: pérdida de suelo para agricultura, TE-4: contaminación del agua, TE-5: impacto en cuerpos de agua, TE-6: impacto en el ecosistema, TE-7: acoplamiento de la casa al clima, TE 8.1 Materiales amigables con el medio ambiente, TE 8.1.1 Cantidad de agua potable, TE 8.1.2 Materiales energéticamente eficientes, TE 8.2 Uso de materiales locales, TE-9 Tecnologías amigables para el medio ambiente, TE 9.1 Tecnologías energéticamente eficientes.

La puntuación global de la vivienda domo-sostenible es de 2.45, frente a un 6.96 de la vivienda convencional, con una diferencia de 5 puntos menos en el impacto medioambiental generado, que demuestra la eficiencia energética del prototipo.

³ SBAMonline, extraído el 28 de junio de 2008 de: <http://www.sbet.ch/>

3.6. Adaptabilidad Urbana

Los principales argumentos que se han utilizado para la adaptación del prototipo a las diferentes tipologías son la orientación, iluminación natural, profundidad en planta y sistemas de soporte. El gráfico de gasto energético según la tipología implantada, establecido por el arquitecto Brian Edwards, sirve para medir el impacto producido por el prototipo de vivienda domo-sostenible, frente a la vivienda convencional, mostrando una reducción significativa (fig.6).

Con el auge de la construcción en vivienda y el anhelado “progreso”, los profesionales de distintas áreas se enfrentan al gran reto del cambio climático, que con la adopción de políticas de regulación urbana y sobre todo con la progresiva concienciación ciudadana, permitan la aplicación de modelos como el propuesto-analizado que alcanzan un alto nivel de aprobación económico, y sobre todo ambiental; problema que debe ser tratado a gran escala, ya que una sola vivienda es de poco valor añadido frente a lo existente.

4. Conclusiones

Se ha demostrado la importancia actual de la automatización en la vivienda, con una sociedad que se desenvuelve paulatinamente en la comunicación digital por medios electrónicos a través de la video-comunicación, llevan a difuminar la estricta separación entre el espacio privado y el espacio público, con la demanda de espacios transformables, flexibles y digitales, cuya implementación agrega un alto valor añadido al inmueble, con respecto a la inversión destinada, logrando satisfacer a usuarios ávidos de soluciones que optimicen la eficiencia energética.

La hipótesis planteada ha sido demostrada gracias a la aplicación del análisis costo-beneficio y ACV, que permiten establecer un criterio global de impacto producido, útil para evaluar los diseños de cualquier tipo.

La demanda mundial de elementos tecnológicamente sostenibles está haciendo posible la accesibilidad de productos a los estratos sociales bajos y de alta densidad poblacional.

Es decir, a más de los beneficios implícitos en la Domótica, se puede concluir que su uso debe ser de carácter masivo, promoviendo el desarrollo de tecnologías locales, que abaratarían los costos de inversión para lograr así una ganancia costo-beneficio aún mayor que la propuesta analizada.

Catalina Fernández Bravo caty-06@hotmail.com

Arquitecta otorgado por la Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador). De noviembre de 2006 a noviembre de 2007, en la Unidad de Actualización del Catastro del Ilustre Municipio de Loja, en calidad de técnico Municipal A, realizando trabajos de control de calidad. De abril de 2009 a marzo 2011, como Arquitecta en el Departamento de Diseño de la Constructora Inmobiliaria “Inmosolución”, colaboradora principal del proyecto “Paraiso del sur” en Quitumbe, con viviendas de interés social supeditadas al Registro Oficial del Municipio Metropolitano de Quito.