

En las zonas subandinas nororientales, como es el caso de las localidades ubicadas en el departamento de San Martín, el patrón de asentamiento urbano está asociado a los puertos de los ríos más caudalosos y sus cruces con afluentes, así como a las vías terrestres existentes. El desarrollo de las ciudades depende de estos medios como su principal forma de comunicación e intercambio de productos.



El patrón de asentamiento de la ciudad se asocia a una plaza central y una traza cuadrangular que a medida que se extiende se amolda a la topografía constituida generalmente por plataformas de zonas altas ubicadas entre los terrenos inundables. El suelo es rico en limo, arcilla y material orgánico. Presentan muy pocos espacios públicos o lugares abiertos para escapar en caso de sismos.



En general, la antigüedad de un pueblo o ciudad puede determinarse observando su lotización. Mientras más antigua es, más subdivididas y complejas son las propiedades, la densificación o turgurización es síntoma de su obsolescencia y de los procesos de herencia o venta parcial de las áreas libres. Así encontramos lotes a los que ya no se accede desde la calle sino desde complejos y angostos pasadizos que dificultan la evacuación de la población en casos de sismo, incendio u otras situaciones de emergencia.

Los servicios de agua, desagüe y energía recién se vislumbran como una necesidad urgente en zonas rurales que se van consolidando. El agua ya no se puede traer del río y los espacios para hacer pozos son insuficientes, la basura ya no se degrada con la rapidez que la naturaleza brinda en las áreas rurales, el desagüe comienza a correr por el centro de las calles hacia una acequia o riachuelo cercano, incrementando el riesgo de enfermedades infecciosas. Hacia las zonas altas o bajas la acumulación de viviendas disminuye dando paso a patrones de parcelas de cultivo con vivienda y corral. Estas parcelas tienen mayor pendiente y la construcción de sus casas, en caso de zona de sierra, se soluciona haciendo pircas y absorbiendo más o menos el talud. Sin un soporte técnicamente adecuado, el riesgo de derrumbe o deslizamiento de la vivienda es muy alto.

### 1.3 DISEÑO ARQUITECTÓNICO, TECNOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL Y MATERIALES

Las viviendas de la población de bajos recursos edificadas tradicionalmente en el Perú tienen como condicionantes funcionales las características de hogar para sus habitantes, además de incorporar usos referidos a su modo de subsistencia: como depósito de la producción agraria o artesanal, o bien para el cuidado de animales domésticos comestibles (aves y cuyes). Este tipo de vivienda ha tendido a reproducirse en las ciudades.

El diseño está condicionado por la protección contra los rigores climáticos y la disponibilidad de materiales de construcción. En las zonas altoandinas la vivienda sirve de protección contra las bajas temperaturas, lluvias intensas, granizadas y cambios marcados de temperatura entre el día y la noche. En las zonas de ceja de selva la vivienda sirve de protección contra las altas temperaturas e intensas lluvias, debiendo estar construidas en zonas protegidas de los desbordes frecuentes de los ríos. En cambio, las viviendas costeras requieren menor protección de bajas temperaturas, son tierras eriazas que se enfrentan a fenómenos como humedad ambiental y altas temperaturas en verano, pocas lluvias y en algunos casos fuertes vientos tipo Paracas que contaminan la atmósfera con polvo.

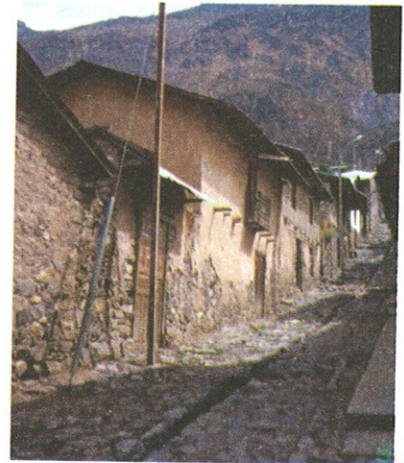
Las viviendas en la franja costera, caracterizada por la falta de lluvias y de temperatura templada, tienen la apariencia de cajas rectangulares con techo plano. La fachada de ingreso con puerta y ventana, las habitaciones interiores iluminadas por patios o teatinas. En cuanto a las dimensiones, éstas varían de acuerdo a las posibilidades económicas, pero en la zona urbana son viviendas muy convencionales: cuentan con sala, comedor, cocina, dormitorios, baño y patio al fondo del lote. Son edificadas por etapas a lo largo de mucho tiempo, con diversos materiales de construcción tales como madera, adobe, ladrillo, quincha. En las zonas rurales el esquema formal es el mismo, pero con mayor precariedad y áreas más grandes.



Las viviendas de los pequeños pueblos altoandinos que subsisten de la agricultura o ganadería se reducen a un solo ambiente, edificado en uno o dos niveles. El primero generalmente es usado como depósito, área social y cocina y es compartido con animales pequeños como el cuy. El segundo es utilizado como dormitorio. En las áreas rurales se agrupan dos o tres edificaciones alrededor de un espacio no techado a modo de patio (de 20m<sup>2</sup> a 30m<sup>2</sup>). Si hay huerto dentro del lote, éste se ubica al fondo o al lado de la edificación. El lote generalmente está delimitado por un cerco de piedra sobre el que crece vegetación con espinas (variedades de cactus o huaranguillo plantados como protección). Una de las edificaciones tiene doble acceso hacia la calle y hacia el patio interior. Las demás solo dan al patio interior, hay un muro fachada con un portón grande para el acceso desde la calle.



El tema de las prácticas sanitarias es de difícil tratamiento: enfrentamos costumbres ligadas a una escasa ventilación en las viviendas, mal uso o inexistencia de baños y la práctica arraigada de utilizar el dormitorio como cocina y criadero de cuyes al mismo tiempo.



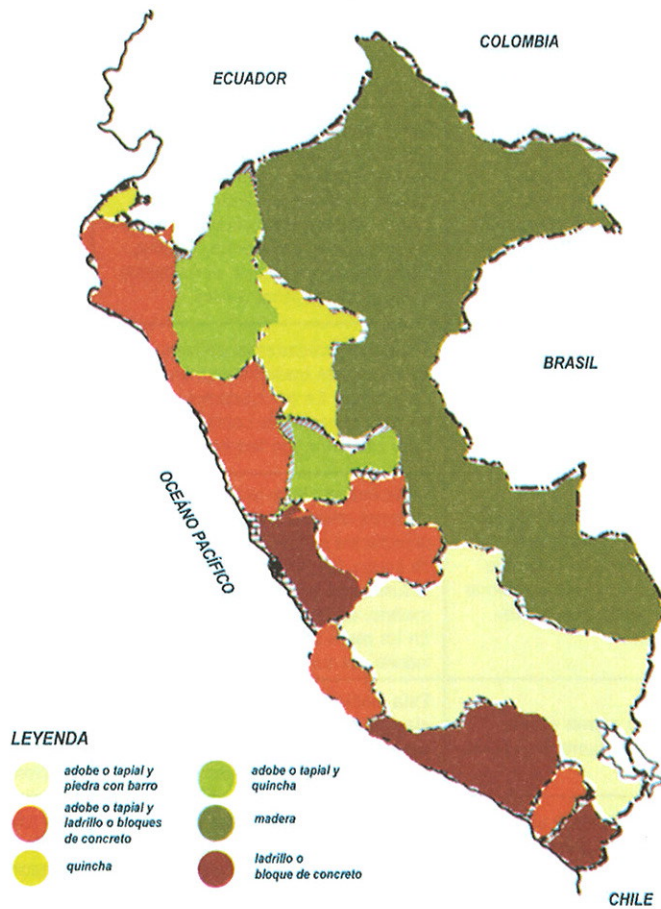
El diseño de las viviendas de las zonas subandinas orientales (ceja de selva) está íntimamente ligado a las características climáticas que observan, debido a la gran precipitación pluvial, altas temperaturas e inundaciones por el desborde de los ríos. Ante ello, las viviendas se edifican sobre pilotes o en áreas elevadas, son de diseño muy abierto o con grandes ventanas para lograr, mediante la ventilación, el confort térmico. Tienen techos altos y de madera con cobertura de hojas de palmeras que las impermeabilizan de las lluvias.

El desarrollo empírico de tecnologías propias de cada región es el resultado de búsquedas, adaptaciones y combinaciones de los materiales que se encuentran fácilmente en las localidades de nuestro país. La precariedad de las viviendas deviene de la reproducción de sistemas de construcción no apropiados para los materiales locales, así como la falta de un mantenimiento adecuado. A ellos se agrega la descontextualización de los migrantes que traen las prácticas constructivas de su lugar de origen a zonas en las que no son apropiadas.



El uso de los materiales, sistemas y técnicas tradicionales de construcción en las edificaciones se han caracterizado por estar relacionado con los recursos naturales locales, que resultan económicos para la edificación de las viviendas. Se utiliza piedra para cimentación, barro como adobe y/o tapial, caña, ladrillo, madera, y caña con barro (como quincha), entre otros, para los muros, con diferentes combinaciones y técnicas de amarre entre ellos. Para el techado utilizan madera rolliza, ichu, tejas y últimamente planchas de calamina o planchas de plástico.

Mapa 7



Los sistemas de construcción que emplean tierra y caña son los más utilizados en las zonas urbanas y rurales más pobres del país. En cambio, el ladrillo y los bloques de concreto se emplean en las ciudades principales. La madera se usa abundantemente en las construcciones de la amazonía, tanto urbanas como rurales. Considerando lo anterior podemos observar que las ciudades con mayor desarrollo económico como Lima y Tacna construirán en ladrillo o bloques de concreto, Arequipa con piedra sillar como recurso predominante y otros departamentos costeros lo harán con adobe y ladrillo. Departamentos mediterráneos como Puno, Cusco, Apurímac, Huancavelica y Ayacucho lo harán con adobe y piedra con barro. Coincidentemente, algunos de éstos concentran las poblaciones más pobres del país. En dos departamentos, Tumbes y San Martín, predomina el uso de la caña como quincha. La madera es claramente el recurso más utilizado en la Amazonia.

Una interesante distribución de las técnicas tradicionales de construcción asociadas a los departamentos del Perú la presentan F.M. Monzón y J.C. Oliden<sup>6</sup> quienes, para el efecto, destacan la combinación de dos sistemas y materiales predominantes en los muros de las viviendas: adobe o tapial y piedra con barro; adobe o tapial y quincha; adobe o tapial y ladrillo o bloque de concreto; madera, quincha, ladrillo o bloque de concreto.

(6) Monzón. F.M. Vivienda Popular, ITDG – CIDAP 1990

En el cuadro 2 se compara el uso apropiado de los materiales utilizados en los procesos de reconstrucción. Sin embargo, es necesario considerar factores relacionados al mercado, tanto por la capacidad de compra limitada, como por la inestabilidad en los ingresos y la economía de subsistencia de los más pobres. Un ejemplo ilustrativo de lo anterior lo tenemos en la ascendente valoración de la quincha mejorada luego de los sismos en San Martín, en contraste con el avance actual de los patrones de consumo de viviendas de material noble impuesto por el mercado en los últimos años en dicha región.

Cuadro N°2: MATERIALES CON RELACIÓN AL CLIMA, RECURSOS, TRADICIONES Y VULNERABILIDAD

Material	Zona	Recursos naturales y medioambiente	Tradicición en construcción	Aplicación en relación a la vulnerabilidad en caso de desastres
Quincha	Franja costera	No hay suficiente insumo disponible. Se utiliza caña importada de Ecuador. Sin embargo, el clima es apropiado para plantar las diferentes variedades de bambusas (cañas).	Se construye con caña desde la época prehispánica de manera muy rudimentaria. Los españoles la introdujeron como "telar o encañado", utilizándola en casas e iglesias. Hay construcción tradicional en Lima, La Libertad, Tumbes, Piura, Trujillo y Arequipa. Actualmente se utiliza en las zonas rurales.	Muy apropiada por su gran flexibilidad ante sismos. Favorable también por sus características de confort climático para zonas húmedas y calurosas. Requiere rescatar diseños arquitectónicos virreinales y desarrollar otros nuevos.
	Alto andina	No hay suficientes insumos disponibles a partir de los 1.500 m.s.n.m.	Pocas comunidades la utilizan. Hay edificaciones tradicionales en Cajamarca. En las ciudades con vías de comunicación la población prefiere construir con ladrillo y concreto.	Existe poca caña en las zonas altoandinas. Aunque estructuralmente se comporta muy bien, el confort térmico es muy malo para las bajas temperaturas.
	Nororiental	Existen algunas variedades de bambusas (caña) y el clima es favorable para introducir o mejorar las plantaciones existentes.	Tradicionalmente se usa tapial y adobe en zonas urbanas. La construcción con quincha era usada en las zonas rurales de Loreto, San Martín, Yurimaguas. Actualmente se construye con quincha, madera, adobe, tapial y ladrillo. En las zonas urbanas predominan el ladrillo y el concreto.	Su comportamiento ante sismos es muy satisfactorio, favorable también para el confort climático de zonas muy húmedas y calurosas. Los techos pueden ser de hojas de palmas tejidas.
Adobe	Franja costera	Usado a gran escala agota la tierra de cultivo.	Esta tradición constructiva está en vías de desaparecer en las zonas urbanas. Se aplica en viviendas muy pobres o en zonas rurales.	Con refuerzos de caña o malla electrosoldada tiene muy buen comportamiento sísmico y proporciona buen confort térmico.
	Alto andina	Hay suficiente tierra apropiada para su uso, se utiliza donde no llegan otros materiales de construcción.	Existe la tradición de construir las casas con tierra porque es un material abundante. Se usa a partir de los 1.500 m.s.n.m. o donde la accesibilidad vial es muy limitada.	Con refuerzos de caña o malla electrosoldada tiene muy buen comportamiento sísmico y por sus características de confort térmico es apreciada en esta zona.
Bloqueta de concreto	Franja costera	Hay suficientes insumos y por la extensa red vial es fácil su distribución.	Se está expandiendo el uso de la bloqueta debido a su introducción para labores de reconstrucción, su bajo costo y facilidad de elaboración. Se utiliza ampliamente en Marcona, Tacna, Moquegua. Por ser de concreto, es más fácil su introducción en zonas rurales y urbanas.	Tiene buen comportamiento en caso de sismo. El confort térmico es limitado, las viviendas requieren un diseño arquitectónico con mayor altura interior.
	Alto andina	Hay suficientes insumos, pero el acceso vial a las zonas muy pobres es dificultoso.	Su utilización está en expansión, ya se ha introducido en La Oroya, Cerro de Pasco, Junín, Huánuco, Cajamarca y Cusco.	Tiene buen comportamiento en caso de sismo. El confort térmico es bastante limitado.
	Nororiental	No hay insumos disponibles.	Material en proceso de introducción en la construcción, pero no es muy conveniente su utilización por la limitada cantidad de insumos en la zona. En consecuencia, el costo de la construcción es alto.	Tiene buen comportamiento en caso de sismo. El confort térmico es limitado. Requiere un diseño arquitectónico con mayor altura de piso a techo.

(7) Marussi Castellán, Ferruccio. Antecedentes históricos de la quincha DT Ininvi

#### 1.4 VULNERABILIDAD, POBREZA, MERCADO Y POLÍTICAS DE VIVIENDA

El Perú tiene una población que bordea los 26 millones de habitantes concentrados principalmente en la costa y en menor grado en la sierra y selva. Un importante sector de dicha población habita en zonas con elevado nivel de riesgo sísmico, ubicadas en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Áncash, Lima, Ica, Moquegua, Arequipa, Tacna, Ayacucho, Cusco, Puno, San Martín y Amazonas.

El déficit de vivienda en el Perú en el año 2001 se estimaba en 1 millón 300 mil unidades, de las cuales el 77% representaban viviendas inadecuadas y el 23% viviendas faltantes. Esta situación se traducía en una demanda de 110 mil unidades nuevas de vivienda por año; aproximadamente el 80% de esta demanda se habría cubierto mediante la autoconstrucción<sup>8</sup>.

La gran mayoría de la población no ha podido acceder a la oferta privada de vivienda en el Perú. El 41,83% de la población que necesita vivienda vive en la extrema pobreza, el estrato medio-bajo representa alrededor del 26,11%; es decir, entre ambos suman un 67,94% de la población cuya demanda de vivienda no puede ser satisfecha por el sector privado, dadas las expectativas de ganancia de éstos.

El mercado de la vivienda, en términos generales, exhibe una triple segmentación que, de acuerdo con los agentes principales que intervienen y el tipo de capital que utilizan, podría clasificarse de la siguiente forma: i) sector privado formal; ii) sector gubernamental subsidiado; y iii) sector informal y no institucional.<sup>9</sup>

**El sector privado formal** actúa según la lógica del mercado, de acuerdo a la cual el mercado sería el mecanismo social que posibilitaría el encuentro entre los que desean suelo y vivienda y la oferta. En el Perú este sector opera en las principales ciudades (Lima, Arequipa, Trujillo, Cusco) a través de agentes y corredores inmobiliarios. También tiene presencia a través de la producción de viviendas por encargo, esto es, propietarios que recurren a pequeñas empresas constructoras para levantar sus viviendas. Entre 1996-1998 la construcción formal de viviendas produjo entre 12 a 14 mil viviendas por año.

A partir del 2001, con el desarrollo del Programa MIVIVIENDA, se ha producido una alianza entre el sector privado (financiero y constructor) y el sector público (que aporta un fondo en calidad de aseguradora hipotecaria). Entre junio de 1999 y junio del 2003 el programa otorgó 8.859 créditos hipotecarios, con una inversión de 168 millones de dólares. Si bien el 79% de estos créditos se localizó en Lima, programas para la adquisición de vivienda están siendo implementados en Arequipa (403 créditos), La Libertad, Ica, Cusco, Lambayeque, Piura y San Martín.<sup>10</sup>

**El sector gubernamental subsidiado** que, como se ha visto, ha establecido una alianza con el sector privado, actúa según la lógica del Estado, de acuerdo con la cual la sociedad civil y los individuos se someten a una decisión del poder público que asume la responsabilidad de definir aquello que garantiza un mayor bienestar social. En las décadas del 50, 60 y 80, el Estado se abocó a la construcción de viviendas masivas, pero esa vocación fue luego dejada de lado. Actualmente, el Estado tiene algunos programas subsidiados pero de pequeño impacto, como Techo Propio, el cual, sobre la base de un aporte de 400 dólares del adquirente, otorga un bono de 3.600 dólares.

(8) Romero, Miguel "La visión del Colegio de Arquitectos frente a la problemática de la vivienda". En CIPUR Perspectivas y posibilidades para una política de vivienda en el Perú. Lima, 2002.

(9) Los aspectos conceptuales que se desarrollan se basan en E. López. La vivienda social: una historia. U de G, Guadalajara, 1996 y P. Abramo A cidade de informalidade. O desafio das cidades latinoamericanas. Rio de Janeiro, Zette Letras - LILP, 2003.

(10) Revistas: Mivivienda, agosto 2003, número 13 y su Socio Comercial Año 1, número 1 agosto 2003.

**El sector informal y no institucional** actúa mediante la lógica de la necesidad, según la cual existe una motivación condicionada por la pobreza, esto es, por la incapacidad de atender una necesidad básica a partir de los recursos monetarios que le permitirían el acceso al mercado formal. En consecuencia, la necesidad de acceso al suelo se atiende informalmente recurriendo a invasiones -sobre todo en los arenales públicos de la costa- o a adquisiciones ilegales de tierras, sobre todo en la sierra, donde los propietarios prediales fueron beneficiados por la Reforma Agraria. A su vez, la necesidad de una vivienda se atiende mediante los procesos de autoconstrucción, es decir, dirigidos por los propietarios y poseedores, quienes recurren al trabajo familiar, a prácticas de reciprocidad social y a la contratación de maestros de obras o trabajadores de construcción civil para las etapas que exigen mano de obra calificada. La autoconstrucción, que comprende casi el 68% del parque de vivienda producido anualmente en el país, se realiza sin la asesoría técnica de profesionales competentes y sin la supervisión de las autoridades.

Los pobres ocupan colinas de alta pendiente, arenales, ribera de los ríos, llanuras aluviales, zonas de fallas geológicas y laderas propensas a deslizamientos o sobre terrenos de deficiente compactación; sus viviendas son generalmente precarias dada la calidad de los materiales y las deficiencias técnicas en los procesos constructivos, así como el deterioro de las mismas en razón de la falta de mantenimiento. Ello está directamente relacionado con la existencia de mecanismos alternativos al mercado urbanizador para que las familias pobres puedan acceder a la vivienda en el Perú. Generalmente estas familias ocupan espontáneamente terrenos no urbanizados ni categorizados para su uso en las ciudades o sus alrededores y deciden, según sus propios criterios, la distribución de los espacios (calles, áreas públicas, viviendas, etc.). Además, construyen sus viviendas empírica y progresivamente (se estima un promedio de 15 años), obtienen sus servicios básicos mediante gestiones con los políticos o marchas públicas y, como paso final, “regularizan” la situación de las mismas obteniendo las licencias de construcción, los expedientes técnicos y otros requisitos que se deberían cumplir previamente. Tal regularización no permite control alguno sobre la calidad de las viviendas. En los centros poblados menores y en las zonas rurales la calidad de las viviendas se verá aún más mellada por la limitada valoración que éstas tienen para el campesino.

La pobreza de la gente y la autoconstrucción son la clave para explicar la vulnerabilidad de las poblaciones y, a la vez, dicha pobreza tiende a incrementarse con los desastres.

En los estudios más recientes sobre la pobreza en el Perú se advierte que la principal razón por la que las familias no pobres pasan a ser pobres son los mal llamados desastres naturales<sup>11</sup>. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Hogares del 2001, el 17,2% de las familias que vive en el campo fue afectada por los desastres.<sup>12</sup>

Sin embargo, debe considerarse que también corresponde al sector público un alto grado de responsabilidad pues:

- Carece de una política de vivienda para los más pobres, que considere un uso planificado y racional del suelo, por lo que prima la espontaneidad en la ocupación, movida por la lógica de la necesidad. Adicionalmente, no existe una política de vivienda rural.
- Al interior de los procesos de reconstrucción de las viviendas hace falta una política que incorpore criterios de prevención y mejoramiento de la calidad habitacional y articule la acción de los organismos públicos competentes. Las poblaciones pobres no han tenido apoyo crediticio, salvo recientemente mediante el Banco de Materiales.
- Desarrolla procesos de regularización de la propiedad, esto es, de tenencia del suelo, que en algunos casos convalida ocupaciones en zonas de peligro. Ello revela las debilidades de los gobiernos locales y la falta de políticas nacionales de vivienda urbana y rural.

(11) Como ya se ha comentado en la introducción, los desastres no son naturales dado que sólo se producen si existen condiciones de vulnerabilidad previa.

(12) Chacaltana, Juan. ¿Se puede prevenir la pobreza en el Perú? CIES, Lima, 2004.



## **CAPÍTULO 2: INVESTIGACIÓN Y APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA SISMORRESISTENTE**

*En este capítulo se analizan las experiencias más recientes de investigación y/o aplicación de tecnologías sismorresistentes por las instituciones especializadas que tienen un antecedente relevante en la búsqueda de alternativas para la reconstrucción de viviendas luego del sismo de 1970. Asimismo, se analizan los procesos de reconstrucción de viviendas desarrollados en los últimos quince años por las ONG en el Perú. La experiencia de ITDG y sus socios en los procesos de reconstrucción se analizará en el capítulo siguiente.*

Las experiencias de reconstrucción realizadas en el país han sido poco analizadas; la más importante, dada la magnitud del desastre, fue la de 1970. Se tuvo que reconstruir ciudades y poblados rurales que fueron devastados por el sismo y los aluviones. Otras experiencias de reconstrucción posteriores se han dado a raíz de los desastres asociados al fenómeno de El Niño (huaycos e inundaciones) y a los sismos que motivaron la intervención de las ONG desde la década del 90. Una característica común en casi todas las experiencias ha sido la limitada sistematización de las mismas.

El sismo de 1970, que ocasionó la muerte de 67 mil personas en el departamento de Áncash, significó una reconstrucción material basada, fundamentalmente, en la ayuda externa y en la planificación desde arriba. Posibilitó inicialmente mejoras en la seguridad de las viviendas derivadas de la planificación efectiva del uso del suelo, de las medidas para facilitar el drenaje en las ciudades -reduciendo la amenaza de licuación- y de las técnicas de construcción efectivamente implementadas que concordaban con los estándares y normas aceptados por las instituciones especializadas.

La tragedia del 70 motivó cambios sustantivos en el país, que devinieron en la posterior formación del Sistema Nacional de Defensa Civil. Paradójicamente, en la región afectada no se fortalecieron las capacidades locales para prevenir o responder a los desastres por la inacción de los funcionarios del gobierno central que lideraron las instituciones. Décadas después, se comprobó que el desarrollo de la región afectada era limitado por la marcada falta de iniciativa local, la ausencia de mecanismos de participación ciudadana y la creciente reproducción de las condiciones de riesgo, en particular por la ocupación para fines de vivienda de los terrenos que fueron sepultados por los aluviones.

En los 80 la reconstrucción frente a los desastres constituyó una prerrogativa del Estado y, a través de él, de las empresas privadas, centrándose principalmente en la infraestructura productiva y urbana. La vivienda, como tal, tuvo poca atención, salvo en la prioridad otorgada a los damnificados en los programas estatales de crédito para vivienda y en la ejecución de proyectos habitacionales ante la destrucción generada por el Fenómeno de El Niño, como ocurrió en 1983 cuando Sencico Chiclayo, en convenio con la CORDE de Lambayeque, reubicaron el pueblo de Chóchope y reconstruyeron cien viviendas utilizando adobe reforzado con caña (antisísmico), recomendado por Ininvi. En esta tarea participó la población afectada. También, gracias al convenio Sencico Chiclayo-Dejeza de 1985, se realizó la reubicación, mitigación y construcción de trescientas viviendas en la nueva Ciudad de Dios, ubicada en el cruce de la carretera Cajamarca-Panamericana, que fueron afectadas y desplazadas por la construcción de la presa Gallito Ciego.



A partir de la década del 90 las ONG, al igual que otras instituciones de cooperación bilateral y entidades estatales, asumen progresivamente experiencias de reconstrucción de viviendas, siendo pioneras en la materia ITDG, Cáritas y el Centro de Estudios y Prevención de Desastres (Predes) en San Martín.

## **2.1 INVESTIGACIONES SOBRE TECNOLOGÍAS SISMORRESISTENTES PARA PROCESOS DE RECONSTRUCCIÓN**

El diseño de arquitectura y estructuras con tecnología alternativa viene siendo investigado en el Perú por instituciones de reconocido prestigio y trayectoria como la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) y la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), entre las más importantes, cumpliendo un rol de proyección a la comunidad al colaborar con proyectos específicos relacionados con eventos sísmicos y en la preparación de los futuros profesionales.

La UNI, en su revista Tecnia, publica investigaciones de reconocidos profesionales nacionales en el campo de la ingeniería civil antisísmica. La PUCP publica también sus investigaciones y pruebas de laboratorio de suelos y de resistencia de materiales.

Las universidades de los lugares afectados (Privada de Tacna, San Agustín de Arequipa, Huamanga de Ayacucho) también poseen laboratorios y equipos especiales para el diagnóstico de los suelos y otras aplicaciones para la gestión y mitigación de riesgos. Esta intervención de profesionales residentes en zonas sísmicamente activas propiciará el compromiso con su región y, en un futuro inmediato, darán la orientación sobre el manejo de los desastres, mediante la práctica profesional o la docencia universitaria.

Algunas experiencias de trabajo interinstitucional en la investigación aplicada de tecnologías constructivas fueron:

- El proyecto "10 x 10" en Moquegua que vinculó a la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) y el Servicio Nacional de Normalización, Investigación y Capacitación para la Industria de la Construcción (Sencico), construyó diez viviendas de diseño convencional (sala, cocina-comedor, baño y dormitorio), empleando diversas técnicas y materiales. Los estudios de suelos los realizó el Centro de Investigación Sísmica y Mitigación de Desastres (Cismid). En la selección de los beneficiarios participó en convenio la Beneficencia de Moquegua, la cual aportó un local para la planta de fabricación de bloquetas, mientras que los bastidores de madera para la quincha se prefabricaron en talleres particulares. Esta experiencia permitió difundir tecnologías alternativas, algunas bastante sofisticadas.
- El Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda (Ininvi), institución que ha sido asimilada por Sencico, intervino para la reconstrucción de viviendas destruidas luego del sismo de 1990 en Rioja y Moyobamba. La tecnología empleada fue quincha prefabricada.
- Sencico, teniendo como base los estudios realizados por el ex Ininvi, ha desarrollado la construcción con adobe que cumple con los requisitos señalados en la Norma Técnica de Edificación NTE E. 080 Adobe. En el 2001 ha publicado, con el Banco de Materiales, la cartilla de difusión "Mejores casas con adobe", de distribución gratuita y que de manera elemental se refiere a aspectos de ubicación de edificaciones, la cimentación, la fabricación de adobes y mortero para los muros, así como su reforzamiento y protección contra la humedad.
- La Agencia Internacional de Desarrollo (AID), la Corporación de Desarrollo de Lambayeque y la Universidad Católica de Lima (que participó con el personal del laboratorio de ensayo de materiales) intervinieron en Piura para la reconstrucción de viviendas después del fenómeno de El Niño de 1983. Las viviendas, de diseño convencional, constaban de sala, cocina-comedor, baño y dos dormitorios, con cimentación de concreto, paredes de adobe reforzado y cobertura de calamina.

- El Centro Regional de Investigación Sísmica para América del Sur (Ceresis), con el objetivo de retardar el colapso de viviendas por terremotos, desarrolló conjuntamente con otras instituciones un proyecto piloto para Ica, Áncash, Cusco, Moquegua, Tacna y La Libertad para aplicar técnicas de reforzamiento de construcciones existentes. Recurrió a prototipos de reforzamiento de viviendas de adobe con malla electrosoldada en las esquinas, simulando columnas y vigas, a un costo de US\$200 por reforzamiento de vivienda de un piso. Se encontró que esta técnica no se aplica cuando el suelo es de mala calidad, pues la construcción no tiene cimentación ni las viviendas más de dos pisos y, además, la densidad de los muros es baja. La técnica fue rápidamente aprendida y aplicada por albañiles locales. Esta técnica también ha resultado recomendable para construcciones nuevas y ha sido aplicada en reconstrucción por otras instituciones que han reducido los costos mediante la optimización de diseño estructural.
- PNUD, Sencico y el Gobierno Italiano, mediante un convenio con la Universidad San Agustín para llevar a cabo estudios de suelos y diseño estructural, construyeron en Arequipa 97 viviendas. Cada una de ellas constó de dos dormitorios y fue realizada con adobe reforzado y malla electrosoldada. La capacitación de peones y oficiales del lugar estuvo dirigida por Sencico.
- Foncodes, dentro del proyecto de reconstrucción del sur, construyó centros educativos. Para lograr la sostenibilidad del proyecto capacitó a la población en la construcción de infraestructura de agua y desagüe e infraestructura de regadío, utilizando mano de obra del lugar.

Como resultado de las experiencias e investigación en construcción con materiales alternativos se han incorporado las siguientes normas al Reglamento Nacional de Construcciones:

1. Norma técnica de edificación NTE E102, normas de diseño y construcción con madera, Ininvi.
2. Norma técnica 339005, elementos de hormigón (concreto) ladrillos y bloques usados en albañilería, Indecopi, Lima 1984.
3. Norma técnica NTE – E070, albañilería, Ininvi, Lima 1982.
4. Norma E 080, para la construcción con adobe mejorado.
5. Quincha prefabricada, sistema constructivo no convencional R.M. N° 106-95 MTC/15 VC 21-03-1995.
6. Reglamento norma técnica urbanística NTE U. 190, adecuación urbanística para personas con discapacidad. Resolución ministerial 069-2001 MTC<sup>13</sup>
7. Norma técnica arquitectónica NTE A. 060, adecuación arquitectónica para personas con discapacidad. 2001.

## **2.2 EXPERIENCIAS DE RECONSTRUCCIÓN, EMPLEO DE TECNOLOGÍAS NO TRADICIONALES Y PARTICIPACIÓN DE LAS ONG**

La intervención de las ONG en los procesos de reconstrucción de viviendas se inicia a raíz de los dos sismos ocurridos a inicios de los 90 en el departamento de San Martín. Ante la magnitud de los desastres ocurridos y la imposibilidad material de cubrir las necesidades de la población afectada, Cáritas y Predes optaron por implementar procesos de construcción de viviendas de quincha, teniendo en cuenta su amplia difusión en la zona y las investigaciones existentes para optimizar la calidad de las edificaciones y materiales.

La estrategia base consistió en la capacitación de la población beneficiaria para lograr la difusión de la tecnología alternativa implementada, con el fin de que pueda ser accesible al mayor número posible de personas, creando un efecto de réplica creciente. Como estrategia implicó la convocatoria a la comunidad en el trabajo, la capacitación en construcción y la utilización de los recursos locales en la edificación de las viviendas.

---

(13) Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción.