

BARRERAS QUE IMPIDEN LA ESTANDARIZACIÓN EN LA VIVIENDA RESIDENCIAL CON ÉNFASIS EN LA VIVIENDA SOCIAL

Ing. Pablo Orihuela Astupinaro

Motiva S.A.

1. GRADO ACTUAL DE LA ESTANDARIZACIÓN DE LA VIVIENDA

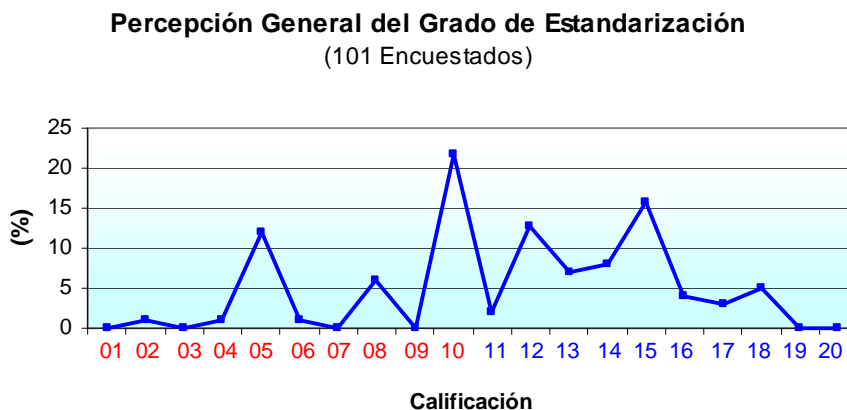
1.1 Percepción sobre el grado de estandarización

Para tener una primera idea general acerca de la percepción del grado de estandarización que actualmente se tiene en los proyectos de vivienda, se efectuó una encuesta genérica, focalizada en el nivel alcanzado en el diseño dimensional, en la cual se le pedía a los encuestados calificar el nivel de estandarización en proyectos de vivienda en los que hayan estado últimamente vinculados, para lo que se le formuló la siguiente pregunta:

¿A qué grado de estandarización percibe que ha llegado en los proyectos en los que ha trabajado? Califique de 1 a 20

Se hicieron un total de 136 encuestas, estas contenían un cuestionario sobre percepción de barreras y la pregunta arriba descrita sobre el grado de estandarización, de los 136 encuestados, 101 respondieron a esta pregunta, la mayor cantidad de ellos fueron ingenieros civiles, arquitectos y practicantes universitarios. En el siguiente capítulo se describe esta muestra con mayor detalle.

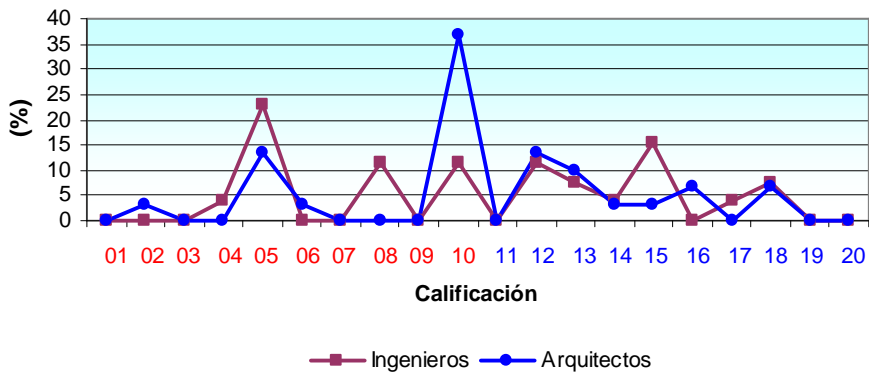
A continuación se grafican los resultados:



La percepción general de todos los encuestados en general, es muy dispersa, nos indica que no hay un consenso en cuanto al grado de estandarización de los proyectos de vivienda.

Para analizar si la falta de consenso podía deberse a los diferentes enfoques entre las profesiones, se filtraron las encuestas de los arquitectos y los ingenieros civiles:

Percepción del Grado de Estandarización por Profesión



Podemos ver que de parte de los arquitectos e ingenieros civiles, tampoco hay un consenso claro acerca del grado de estandarización, solo se puede observar un pico de calificación de 10 de parte de los arquitectos y un pico de calificación de 05 de parte de los ingenieros civiles.

Otro filtro que nos pareció interesante realizar fue el factor experiencia, ya que esto podía marcar una diferencia en la percepción, para esto separamos las respuestas de los encuestados en aquellos de poca experiencia (con menos de 2 años) y aquellos que poseen una gran experiencia (mayores a 10 años):

Percepción del grado de Estandarización por años de Experiencia



Podemos apreciar que los encuestados de poca experiencia, los cuales son en su mayoría practicantes universitarios, tienen una tendencia a calificar dicho grado de estandarización con notas que predominan entre 10 y 15, es decir que su percepción no es mala.

En cambio, los encuestados de mayor experiencia, nuevamente perciben una calificación dispersa, podemos ver picos de 05,10, 12, 15 y 18, es decir no hay una percepción uniforme.

Podemos concluir entonces que de una muestra de 101 encuestados, no existe un consenso en cuanto a la percepción del grado de estandarización en los proyectos de vivienda, esto puede deberse a una falta de conocimiento del tema o a una falta de interés en su evaluación, sin embargo en entrevistas personales al respecto hemos podido darnos cuenta que no existen parámetros muy claros de cómo hacer esta calificación, ni mucho menos, una metodología de evaluación.

1.2 Evaluación de la estandarización en proyectos actuales

Para tener una idea más precisa que una simple percepción, se analizarán tres conceptos que se encuentran muy relacionados entre sí, pero que es necesario evaluar en forma independizada, estos conceptos son: El grado de **Modulación**, el grado de **Estandarización** y el nivel de **Industrialización**.

Para ello se propone unos formatos, a través de los cuales es posible hacer una evaluación cuantitativa del diseño y la construcción de cualquier proyecto de vivienda.

EVALUACION DEL GRADO DE MODULACION DEL DISEÑO

Para evaluar el grado de modulación del diseño, proponemos lo siguiente:

Registrar una a una, las diversas medidas de los principales ambientes y conjuntos de los planos del proyecto, luego contabilizar aquellas medidas que son modulares de acuerdo a las recomendaciones de las normas peruanas de estandarización (Normas Itintec 400.08, 400.27 y 400.31) las cuales son las siguientes:

Medidas Modulares según Normas Itintec

AMBIENTES Y CONJUNTOS	EN PLANTA	EN ALTURA
Baños	0.5 MB	23, 24 MB
Cocinas	0.5 MB	23, 24 MB
Sala Comedor	0.5 MB	23, 24 MB
Dormitorios	0.5 MB	23, 24 MB
Escaleras	0.5 MB	-----
Puertas	6, 8, 10 MB	21, 24 MB
Ventanas	0.5 MB	2, 3 MB
Closets	0.5 MB	0.5 MB
Reposero bajo	0.5 MB, 6 MB	9 MB
Reposero alto	3 MB	13 MB a 21MB

Para cuantificar el grado de modulación, dividimos la cantidad de medidas modulares entre la cantidad total de medidas registradas, esto nos dará el Porcentaje de Modulación por cada ambiente y conjunto. El porcentaje de modulación del diseño será el promedio de estos porcentajes.

EVALUACION DEL GRADO DE ESTANDARIZACION DEL DISEÑO

Para medir el grado de estandarización de un diseño arquitectónico, proponemos el siguiente proceso:

Registrar el número de tipos diferentes de unidades inmobiliarias, de ambientes y de conjuntos dentro del proyecto a evaluar; luego contabilizar la cantidad de cada tipo ($N^{\circ}T_n$), calcular sus respectivos porcentaje, ordenarlos de mayor a menor, seguidamente aplicar la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Estandarización} = \frac{\%T_1}{1} + \frac{\%T_2}{10} + \frac{\%T_3}{100} + \frac{\%T_4}{1000} + \frac{\%T_n}{10^{n-1}}$$

Por ejemplo, si el proyecto tiene 40 baños y el diseño contempla un solo tipo de baño, el porcentaje de estandarización de baños será 100%, si por lo contrario contempla 3 tipos de baños y estos son: 20 de un tipo (50%), 15 de otro tipo (37.5%) y 5 de otro tipo (12.5%), el porcentaje de estandarización de baños será de 54% (53.87%).

A continuación se presenta el modelo de formato propuesto, donde se evalúan los porcentajes de Modulación y de Estandarización:

EVALUACION DEL GRADO DE MODULACION Y ESTANDARIZACION

OBRA :

UBICACIÓN:

		GRADOS DE MODULACION Y ESTANDARIZACION DEL DISEÑO								
		MODULACION				ESTANDARIZACION				
AMBIENTES	CONJUNTOS	N° Unidades Totales	N° Medidas	N° Medidas Modulares	Indice de Modulacion	Calificación	N° Tipos	Cantidad por tipos	Indice de Tipificación	Calificación
		Und. Inmobiliarias								
AMBIENTES	Baños									
	Cocinas									
	Sala Comedor									
	Dormitorios									
	Escaleras									
CONJUNTOS	Puertas									
	Ventanas									
	Closets									
	Reposterias									
CALIFICACION GENERAL						<input type="text"/>				<input type="text"/>

EVALUACION DEL NIVEL DE INDUSTRIALIZACION

Finalmente, para medir el nivel de Industrialización en la construcción, usaremos tres niveles:

Nivel Alto, al cual le podemos asociar las características de tecnologías y prefabricación correspondientes a la Tecnología Moderna, cuya tendencia es el reemplazo de la mano de obra por la utilización de equipos y maquinaria especializada, dejando en claro que esta evaluación es independiente a que sea o no la alternativa más económica o más conveniente.

Nivel Bajo, que se caracteriza por la utilización predominante del uso de mano de obra artesanal lo cual correspondería a la Tecnología Tradicional

Nivel Medio, al cual podemos asociar a las características de una Tecnología Intermedia entre la Tradicional y la Moderna.

El Procedimiento que proponemos para la calificación es otorgar un puntaje de 4 para el nivel alto, un puntaje de 2 para el nivel medio y 0 puntos para el nivel bajo, esta calificación es hecha para 25 partidas típicas de obra y los niveles altos son tecnologías que en muchos casos

actualmente no existen en nuestro país, pero que si existen en otros lugares.

La suma del puntaje total dividido entre el máximo obtenible, nos dará el nivel de industrialización expresado en porcentaje. Por ejemplo un puntaje de 4 puntos en las 25 partidas seleccionadas implicaría un nivel de industrialización del 100%, si el proyecto evaluado no tuviera alguna de las 25 partidas no se deberá evaluar, por lo tanto, su puntaje máximo será el número de partidas evaluadas multiplicado por 4; así un proyecto con 22 partidas evaluadas tendrá como referencia máxima 88 puntos y si el puntaje obtenido fuese 44, el porcentaje de industrialización sería del 50%.

A continuación se presentan las 25 partidas a evaluar y su descripción para cada uno de los 3 niveles:

NIVELES DE INDUSTRIALIZACION

Obra :
 Ubicación :

PARTIDAS DE OBRA	ALTO (4 ptos) (Tecnología Moderna)	MEDIO (2 ptos) (Tecnología Intermedia)	BAJO (0 ptos) (Tecnología Tradicional)
1 Obras Provisionales	Prefabricadas desmontables	Mixtas	Hechas en obra
2 Movimiento de Tierras	Con maquinaria	Mixto	Manual
3 Cimentación	Plataes de cimentación	Zapatas aisladas	Cimentación corrida
4 Trazado, replanteo y nivelado	Con equipo	Mixto	Con herramientas manuales
5 Muros	Prefabricados	Vaciados en sitio, Alb. armada	Albañilería confinada
6 Techos	Losas prefabricadas	Viguetas Prefabricadas	Aligerado tradicional
7 Encofrado	Modular de fábrica	Modular hecho en obra	Madera tradicional
8 Preparación del concreto	Premezclado	Planta en Obra	Preparado en obra
9 Colocación del concreto	Bomba, Grúa y balde	Elevadores verticales, buggys	Manual, buggys, latas
10 Acero de Refuerzo	Armado por elementos	Dimensionado por piezas	Tradicional
11 Mortero	Premezclado húmedo	Premezclado seco	Preparado en obra
12 Tarrajes	Mezcla, impulsión y proy, c/maq.	Proyección con máquina	Pañeteo manual
13 Transporte de materiales	Grúa	Elev. Vert. u horiz. mecanizada	Manual
14 Baños	Unidad prefabricada	Interior Prefabricado	Algunas partes prefabricadas
15 Red de agua	Tubería flexible c/conexiones	Tubería flexible c/conexiones	Con empalmes y conexiones
16 Picado de muros para tuberías	Con rosadora	Con amoladora	Con comba y cincel
17 Impulsión de agua	Bomba hidroneumática		Tanque alto
18 Ventilación de baños	Con extractor		Por intermedio de ductos
19 Escaleras	Unidad prefabricada	Prefabricación de pasos	Vaciada en sitio y revestida
20 Puertas y Ventanas	Compradas en fábrica		Hechas a medida
21 Closets y reposteros altos	Comprados en fábrica		Hechos a medida
22 Reposteros bajos	Compradas en fábrica	Hechos a medida	De concreto o albañilería
23 Pintado	Aire comprimido y elevadores	Con rodillo y elevadores	Con rodillo y andamios
24 Revestimiento Pisos	Por rollos	Laminados	Enchapes cerámicos o parquet
25 Revestimientos Pared	Empapelados, Vinílico en baños	Tarrajeo	Enchape cerámico
PUNTAJE MAXIMO	100 (100%)	50 (50%)	0 (0%)

CALIFICACION DE NIVELES DE INDUSTRIALIZACION

Entonces, el formato para esta evaluación sería como sigue:

EVALUACION DEL NIVEL DE INDUSTRIALIZACION

NIVELES DE INDUSTRIALIZACION

Obra :
 Ubicación :

PARTIDAS DE OBRA	Puntaje
1 Obras Provisionales	
2 Movimiento de Tierras	
3 Cimentación	
4 Trazado, replanteo y nivelado	
5 Muros	
6 Techos	
7 Encofrado	
8 Preparación del concreto	
9 Colocación del concreto	
10 Acero de Refuerzo	
11 Mortero	
12 Tarrajeos	
13 Transporte de materiales	

PARTIDAS DE OBRA	Puntaje
14 Baños	
15 Red de agua	
16 Picado de muros para tuberías	
17 Impulsión de agua	
18 Ventilación de baños	
19 Escaleras	
20 Puertas y Ventanas	
21 Closets y reposteros altos	
22 Reposteros bajos	
23 Pintado	
24 Revestimiento Pisos	
25 Revestimientos Pared	
PORCENTAJE (%)	

Es conveniente aclarar que esta primera propuesta de evaluación se basa en un criterio técnico, lógico y sencillo, sin embargo es susceptible a ser mejorada y si bien es cuantitativa, sólo se debe tomar como orden de magnitud. Una de las mejoras que se puede hacer en el formato de evaluación de Modulación y estandarización es incorporar los elementos estructurales.

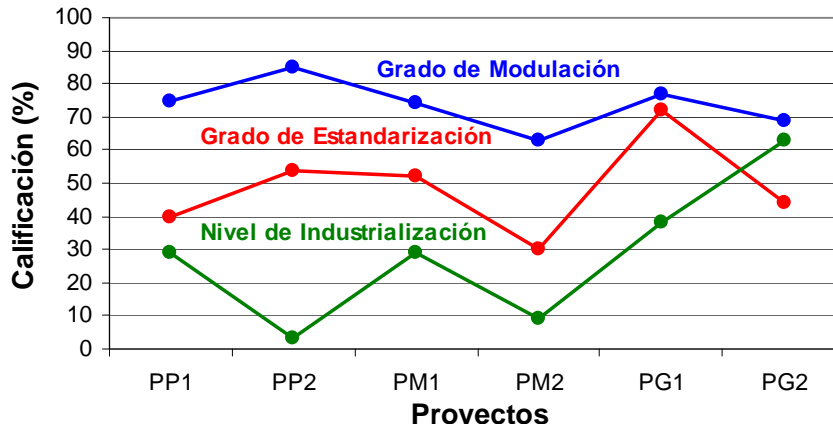
Para tener una primera idea del grado actual de estandarización, hemos aplicado esta propuesta a algunos proyectos representativos, eligiendo para ello dos proyectos grandes (PG1 y PG2), dos medianos (PM1 y PM2) y dos pequeños (PP1 y PP2), que actualmente vienen construyéndose tanto en Lima como en algunas provincias, habiéndose obtenido las siguientes conclusiones:

El grado de modulación de los proyectos es independientemente a su magnitud y que los diseños de los proyectos de vivienda se encuentran entre 60% a 85%.

Así mismo, podemos concluir que la estandarización (cerrada) es afectada por el tamaño de los proyectos, ya que la posibilidad de tipificación y repetición es mayor, el grado de estandarización fluctúa entre 30% y 55%, habiendo una excepción en el proyecto de los 1,512 módulos de vivienda (PG1), cuyo grado de estandarización llega a 72%, no por su buena modulación sino por la tipificación de sus unidades de vivienda.

Para el caso del Nivel de Industrialización, podemos ver que en general este es bastante bajo, fluctuando entre 10% y 40%, habiendo aquí también una excepción para el proyecto de los 1,392 departamentos (PG2) cuyo grado de industrialización llega al 63%. Un caso interesante, es también el proyecto de las viviendas de adobe, que teniendo el mejor grado de modulación, tiene un nivel de industrialización del 3%, ya que toda la construcción, incluso la de sus unidades de albañilería se realizó de una forma totalmente artesanal.

EVALUACION DE PROYECTOS



El objetivo de la modulación es la estandarización, y la estandarización puede generar una mejora significativa de la productividad mediante dos opciones: La mejora de procesos constructivos debido a la curva de aprendizaje de la mano de obra en sitio, o mejor aún, la industrialización de los procesos mediante tecnología intermedia o moderna.

Si bien la muestra evaluada no tienen ninguna validez estadística, la experiencia nos dice que el grado de industrialización del 30% encontrado en los proyectos PP1 y PP2 puede ser bastante representativo de la vivienda en Lima, mientras que el grado de industrialización del 9% del proyecto PM2 puede ser representativo de la vivienda en provincias.

2. PERCEPCION DE BARRERAS QUE IMPIDEN LA ESTANDARIZACION

2.1 Identificación de Barreras

Las barreras son aquellos obstáculos o impedimentos de tipo social, laboral, académico, económico, etc., que imposibilitan iniciar, continuar o concretar un proceso de estandarización en la construcción.

Para identificar y tener una idea general de las barreras que impiden que el proceso de modulación, estandarización e industrialización en la vivienda se lleve a cabo, se realizaron algunas encuestas a los diferentes involucrados en la construcción de viviendas.

Se diseñó una encuesta en la que se nombran una serie de razones que podrían constituirse en posibles barreras que impedirían el proceso de estandarización.

Para llenar este formato se les pidió a los encuestados que marquen con un check aquellas razones que a su criterio pueden constituir una barrera y seguidamente a las que ha seleccionado asignarle una calificación de 0 a 20 de acuerdo a su importancia.

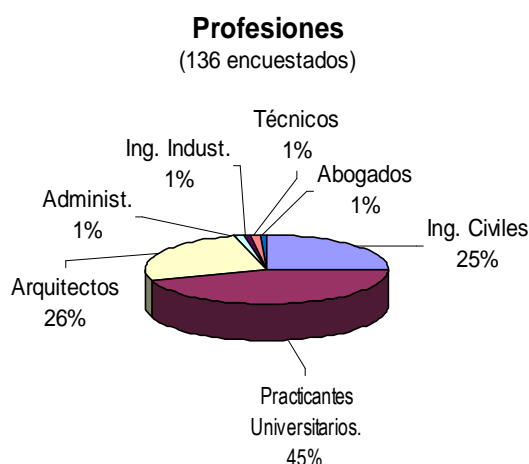
Modelo de Encuesta

BARRERAS	POSIBLES RAZONES	✓	0-20
POLITICAS - ECONOMICAS	Políticas de vivienda		
	Precio de insumos y fluctuación de precios		
	Tipos de cambio		
DISEÑO	Reglamentos y Normas vigentes		
	Conocimiento de los proyectistas		
	Disponibilidad de modelos o prototipos reales		
	Aprobación de sistemas no convencionales	✓	05
	Monotonía en el diseño		
FINANCIERAS	Financiamiento para los proyectos		
	Financiamiento para compra de equipos		
	Financiamiento para investigaciones		
	Financiamiento para la demanda		
LABORALES	Jornales oficiales de construcción		
	Sindicatos	✓	17
	Nivel de capacitación de la mano de obra		
	Corta estabilidad laboral de obreros		
DE MERCADO	Volumen de oferta - demanda		
	Receptividad de los usuarios		
	Escasez de terrenos grandes		
	Escasez de componentes de la vivienda		
TECNOLOGICAS	Falta de controles de calidad		
	Limitada variedad en nuevos materiales	✓	10
	Escasez de nuevos equipos y herramientas		
	Ausencia de tecnologías de punta		
SOCIALES	Estilos de vida	✓	19
	Temor al cambio de los ofertantes		
	Temor al cambio de los demandantes		

Otras Barreras:... **Poca iniciativa de parte de los constructores...**

Grado de Estandarización: **.09.....**

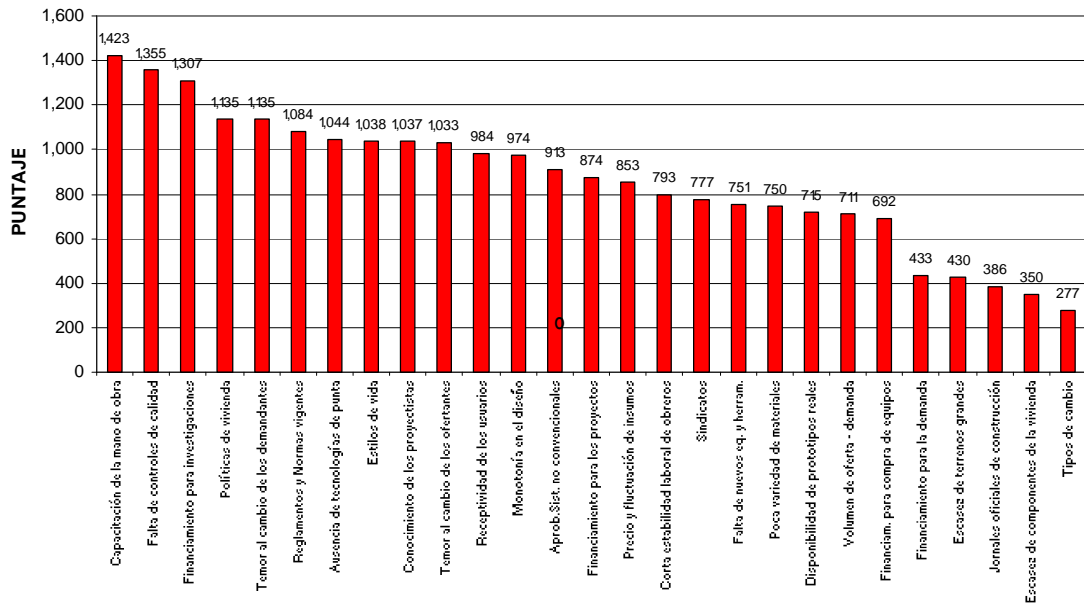
Se realizaron un total de 136 encuestas, dentro de los cuales hay ingenieros civiles, arquitectos, administradores, contadores, abogados e ingenieros industriales, que desempeñan diferentes cargos vinculados a la construcción e inmobiliaria, tales como: Gerentes, inversionistas, residentes, proyectistas, proveedores y practicantes universitarios de los últimos ciclos de arquitectura e ingeniería.



2.2 Encuestas sobre la percepción de barreras

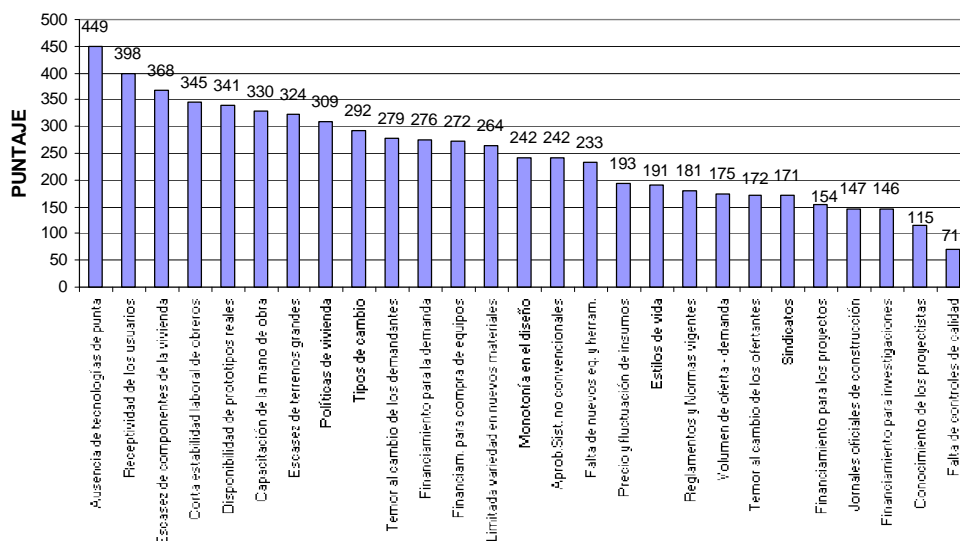
A continuación presentamos los resultados de estas encuestas clasificadas de acuerdo a su puntaje acumulado ordenado de mayor a menor.

BARRERAS QUE IMPIDEN LA ESTANDARIZACION
 (Total encuestados)



Es interesante notar que si filtramos dichos puntajes para los encuestados con más de 10 años de experiencia, existen algunas diferencias en las apreciaciones

BARRERAS QUE IMPIDEN LA ESTANDARIZACION
 (Experiencia > 10)



De las respuestas de los encuestados podemos ver que las principales barreras que perciben son las siguientes:

Percepción de las 10 barreras más importantes

Todos

1	Capacitación de la mano de obra
2	Falta de controles de calidad
3	Financiamiento para investigaciones
4	Políticas de Vivienda
5	Temor al cambio de los demandantes
6	Reglamentos y normas vigentes
7	Ausencia de Tecnologías de punta
8	Estilos de vida
9	Conocimiento de los proyectistas
10	Temor al cambio de los ofertantes

Con experiencia > 10 años

1	Ausencia de tecnologías de punta
2	Receptividad de los usuarios
3	Escasez de componentes de vivienda
4	Inestabilidad laboral de los obreros
5	Disponibilidad de prototipos reales
6	Capacitación de la mano de obra
7	Escases de terrenos grandes
8	Políticas de vivienda
9	Tipos de cambio
10	Temor al cambio de los ofertantes

 Barreras comunes

Podemos ver que dentro de las 10 barreras más importantes hay 5 comunes a todos y 5 diferentes de acuerdo a la experiencia de los encuestados.

La percepción de que la baja **capacitación de la mano de obra**, constituye una barrera, se debe a que la construcción emplea trabajadores en forma cíclica y temporal, originando **inestabilidad laboral a los obreros**, lo que impide la capacitación continua, el desarrollo de las curvas de aprendizaje, la debida afiliación hacia sus empresas, etc.

La política de vivienda, es otra barrera percibida, que para efectos de la estandarización, podría interpretarse como la falta de promoción e inversión en investigación, difusión y aplicación de los conceptos y beneficios de la estandarización en la vivienda. Aquí podrían incorporarse las barreras referidas a la **falta de financiamiento para investigadores**, así como la barrera referida a la **falta de difusión y aplicación de los reglamentos y normas vigentes**, que para el caso de la estandarización estarían referidas a las normas de coordinación modular de la construcción, lo que da origen a la barrera consistente en la **falta de conocimiento de los proyectistas**.

El **temor al cambio de los demandantes**, es otra barrera que además genera otras, como la **poca receptividad de los usuarios** ante productos o componentes nuevos que puedan salir al mercado; aquí hay un temor o desconfianza ante una probable falla o falta de garantía, lo cual podemos asociar a la barrera referida a la **falta de controles de calidad**.

Una de las formas más eficaces de convencer tanto a los demandantes como a los ofertantes es a través de la demostración de componentes, partes y

unidades de vivienda a escala real, la falta de **disponibilidad de estos prototipos reales** hace que la aceptación de nuevas propuestas se realice de forma demasiado lenta.

Adicionalmente a este temor, los demandantes o usuarios, especialmente de la vivienda social, tienen un paradigma muy arraigado respecto a que la vivienda debe ser de “Material Noble” y con algunas características que no son fáciles de cambiar, como por ejemplo el deseo de vivir en casas y no en departamentos, lo cual se expresa en la barrera concerniente a los **estilos de vida** de los usuarios. Todo esto genera como consecuencia el **temor al cambio de los ofertantes**, ya que la inversión en nuevos productos o componentes podrían no ser aceptados.

Si bien últimamente han aparecido en nuestro mercado cierta cantidad de componentes nuevos; en comparación a otros países, todavía existe una gran **escasez de componentes de viviendas** fabricados industrialmente que podrían adquirirse para instalarlos directamente en la obra, sin necesidad de prepararlos en el sitio. Esto, origina la percepción de que hay una **ausencia de tecnologías de punta** respecto a nuevos componentes, materiales, equipos, maquinarias de obra y en general a productos y servicios que aún no están disponibles en nuestro mercado, muchos de los encuestados probablemente perciben que todo esto hay que importarlo, por lo que mencionan que la inestabilidad del **tipo de cambio** constituiría una posible barrera.

Finalmente, dentro de estas diez principales barreras, los de mayor experiencia mencionan que la **escasez de terrenos grandes** es una barrera que frena el desarrollo de proyectos estandarizados, ya que es difícil desplegar los conceptos de diseño modular en terrenos de pequeñas dimensiones.

3. ANALISIS DE BARRERAS QUE IMPIDEN LA ESTANDARIZACION DE LOS COMPONENTES ECONOMICAMENTE MAS IMPORTANTES

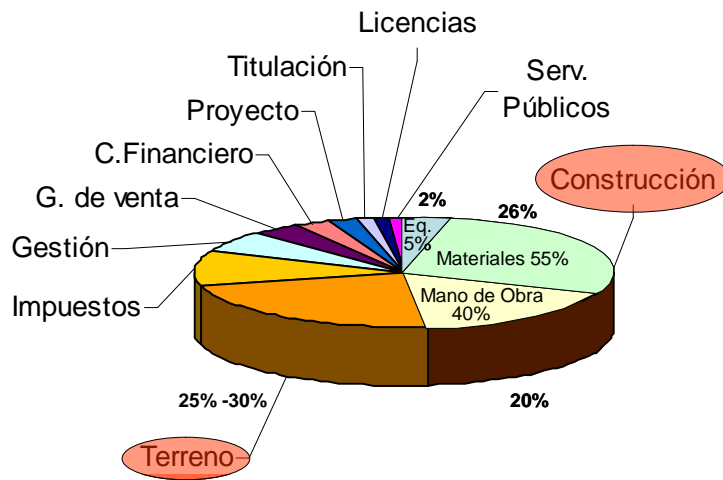
Dentro del desarrollo de un proyecto de viviendas, existen una gran cantidad de barreras que impiden que el proceso de estandarización de dimensiones y partes se lleve a cabo, así lo hemos podido comprobar en las encuestas de percepción a los involucrados.

Para ir más allá de una simple percepción y hacer un análisis mas detallado de las principales Barreras, identificaremos y seleccionaremos las partes y componentes más incidentes en el costo del desarrollo de un proyecto de viviendas, después elegiremos sólo aquellos que de una u otra forma tienen la posibilidad de ser estandarizados y luego analizaremos cuales son las barreras que impiden este proceso.

3.1 Estructura económica de los componentes de una vivienda

El siguiente gráfico nos muestra un promedio general de las incidencias económicas para el desarrollo de un programa de viviendas (partiendo de un terreno ya habilitado), donde podemos ver que dentro de todos los costos inherentes a un proyecto de vivienda, los más incidentes son el terreno y la construcción.

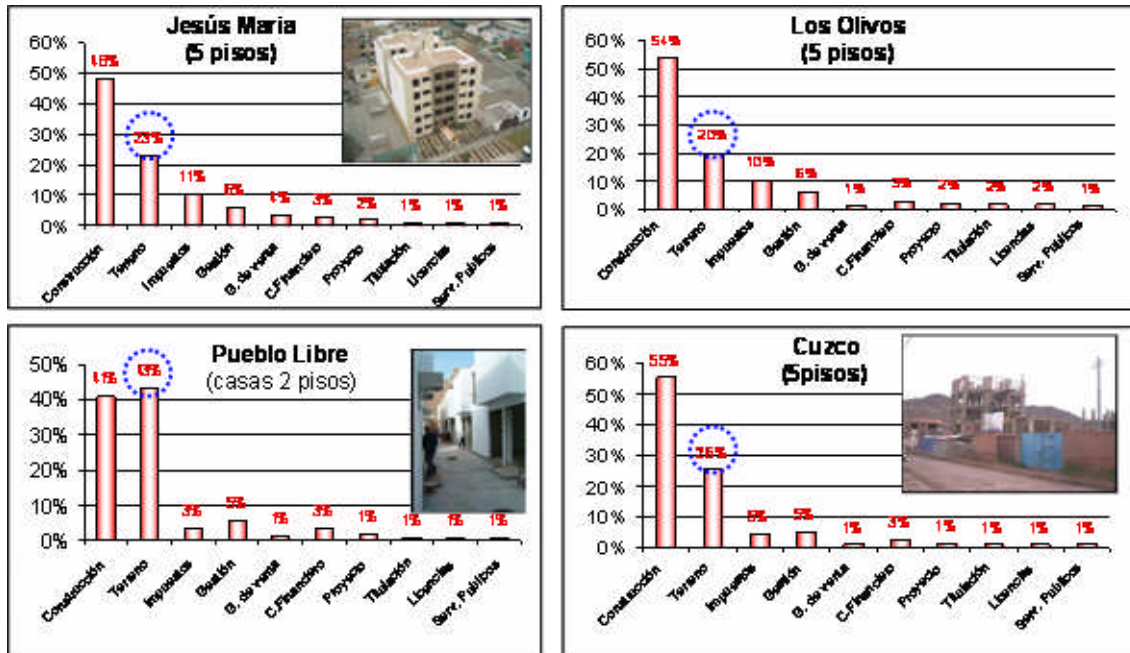
Promedio típico de una estructura de costos de un proyecto de viviendas (Edificaciones de 5 pisos para el programa MiVivienda)



3.2 Barreras originadas por el terreno

Podemos ver que en promedio, para un edificio de viviendas de unos 5 pisos, el terreno puede incidir entre un 25% y un 30% del costo total de la vivienda.

A continuación mostraremos 4 casos específicos donde se puede apreciar esta gran incidencia del precio del terreno:



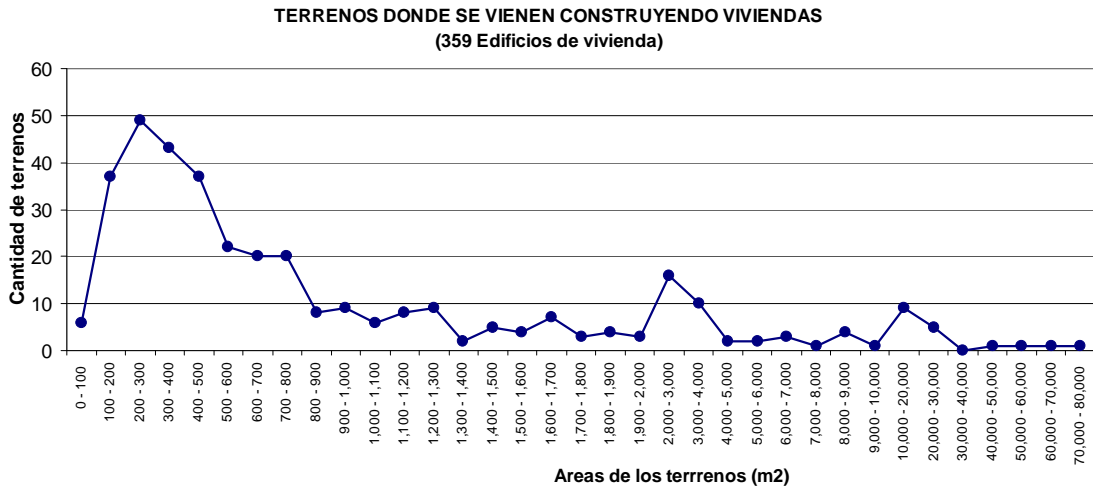
Podemos ver que el terreno para estos multifamiliares incide entre el 20% y el 26%, pero para el caso de las casas de 2 pisos esta incidencia llega al 43%, esto nos hace reflexionar respecto a lo contradictorio que significa, la marcada preferencia de la población de menores ingresos a optar por una casa en vez de un departamento.

De esta manera queda demostrado que el terreno es un "componente" muy incidente en el costo de una vivienda; el segundo paso para los propósitos de nuestro estudio, será determinar si este factor constituye una barrera para la estandarización.

Cuando los terrenos son grandes, la modulación es fácil de lograr, sin embargo, cuando los terrenos son pequeños, una de las principales preocupaciones de los proyectistas, cuando se trata de diseñar viviendas económicas, es saturar lo máximo posible el área construable, lo que da como resultado que las dimensiones del proyecto se acomoden a las del terreno sin importar si estas son o no medidas modulares.

Actualmente una gran cantidad de edificios de viviendas, se desarrollan en terrenos pequeños ubicados dentro del área urbana consolidada, muchas veces con formas irregulares y con dimensiones muy pocas veces modulares.

El siguiente cuadro nos muestra la distribución de áreas de los terrenos para los proyectos del Programa MiVivienda que actualmente se encuentran en construcción y en oferta inmediata o futura en Lima Metropolitana (periodo 2003 a 2005) donde podemos ver que la mayor cantidad de proyectos se construyen sobre terrenos pequeños.



Elaboración propia con datos del Fondo Mivivienda 2,006

Con este gráfico se puede demostrar que el 50% de los edificios que actualmente se construyen en Lima, son edificados sobre terrenos de menos de 500 m² y sólo el 10% son construidos en terrenos de más de 2,000 m².

La primera barrera que podemos identificar es entonces:

Predominancia de Terrenos Pequeños que dificultan el Diseño Modular

La pregunta que sigue es entonces: ¿Porqué en vez de ajustar el diseño a las medidas del terreno, no usamos un diseño modulado y estandarizado "desperdiciando" algo de terreno si eso nos va a traer un gran beneficio?

Aquí encontramos otra barrera muy importante:

Desconocimiento del beneficio de la Estandarización VS. el costo de dejar de construir el integro del terreno

3.3 Barreras en los componentes más incidentes en la construcción

A continuación mostramos un listado resumen de los componentes que más inciden económicamente en la construcción de viviendas:

Listado de componentes más incidentes (A1) de los 4 sistemas constructivos más usados en el Perú

UNIDADES FUNCIONALES	SISTEMAS CONSTRUCTIVOS			
	Albañilería Confinada	Muros de concreto	Aporticado	Adobe reforzado
Cimentación	Acero Platea (MA)	Concreto Platea (MA)		Concreto Cimiento (MA)
	Concreto Platea (MA)			
Muros	Acero columnas (MA)	Encofrado muros (MO)	Muro Albañ. arcilla (MO)	Caña brava (MA)
	Muro Albañ. arcilla (MA)	Encofrado muros (EQ)	Acero Vertical (MA)	Muros de adobe (MO)
		Concreto muros (MA)	Tabiquería de arcilla (MA)	
		Acero Muros (MA)		
Techos	Acero losa (MA)	Acero losa (MA)	Acero losa (MA)	Viguetas(MA)
	Acero vigas (MA)	Concreto losa (MA)	Concreto losas, vigas (MO)	Planchas "ondulit" (MA)
	Concreto losa (MA)		Encofrado vigas (MO)	
			Concreto losa (MA)	
Inst. Sanitarias	Equipamiento sanitario (MA)	Instalac. Aparat. sanit. (MA)	Red de agua (MA)	
	Red de agua (MA)	Red de agua (MO)		
	Red de agua (MO)			
Inst. Eléctricas	Alambrado, placas elec.(MA)	Coloc.Tub y cajas electr.(MO)	Entubado eléctrico (MO)	
	Coloc.Tub y cajas electr.(MO)		Entubado eléctrico (MA)	
Acabados	Piso Parquet (MO)	Pintura muro interior (MO)	Derrames (MO)	Falso piso(MA)
	Rejas de fierro (CTC)	Ventanas (CTC)	Piso laminado (MA)	Puertas (CTC)
	Escaleras (CTC)	Puertas (CTC)	Tarrajeo interior (MA)	
	Ventanas (CTC)	Tarrajeo interior (MO)	Ventanas (CTC)	
	Puertas (CTC)		Puertas (CTC)	
	Tarrajeo horiz.y vert.(MO)			
Otros	Transporte vert.y horiz.(MO)	Transporte vert.y horiz.(MO)	Transporte vert.y horiz.(MO)	

Leyenda: (MA) Materiales, (MO) Mano de Obra, (EQ) Equipo, (CTC) Contrato a todo costo

Este listado nos puede servir para saber que componentes podrían estandarizarse, de tal manera de lograr un impacto significativamente al costo de la vivienda social.

Para no reinventar la rueda, es importante conocer las propuestas que ya se ofrecen en el mercado mundial y nacional, y que propuestas están actualmente debidamente aprobadas por SENCICO como sistemas no convencionales; además será de mucha utilidad saber en cada caso que barreras tuvieron que romper y que barreras aún no han sido superadas.

A) Componentes que existen en otros países, pero que tienen barreras que impiden su comercialización en nuestro país.

A1. Los muros Til-Up

Técnica de vaciar los muros de concreto armado de un proyecto en un piso o superficie lisa y después levantarlos por medio de una grúa al sitio final. Los espesores que se manejan van desde los 13 cm. Bajo este sistema no se requieren encofrados, se puede utilizar el piso de la obra y se le puede dar cualquier dimensión y textura a los paneles. Se usa desde 1,940 y



tienen una organización en los Estados Unidos denominada TCA (Tilt-Up Concrete Association).

Este sistema requiere de grúas pesadas lo cual lo restringe a grandes terrenos, tanto por costos como por espacio libre para operar sin cables aéreos de teléfono, luz, etc. Según la OSHA el izaje de los paneles no deja de ser riesgoso.

Barreras:

Aplicable a grandes obras, el izaje es riesgoso y genera cierta desconfianza en las juntas en el caso de sismos.

A2. Las Mesas Voladoras

Encofrados pre-armados de aluminio para losas de techo que se trasladan a todos los pisos típicos, eliminando todas las operaciones de apuntalamiento, ensamblado y desencofrado.



Para construcciones masivas por el uso de grandes grúas y aplicable a edificaciones con pisos típicos y ciclos de construcción repetitivos

Barreras:

Construcción masiva y diseños muy estandarizados

A3. Los encofrados y vaciados Tipo Túnel

Encofrado de muros y techos simultáneamente, permitiendo hasta 350 m² de planta por día de trabajo. No se requiere de obreros especializados ya que el sistema al ser muy repetitivo genera una curva de aprendizaje muy rápida y eficiente.



Este sistema requiere de una fuerte inversión, ya ha existido la intención de traer estos equipos a nuestro país pero se requeriría de una producción masiva y constante de viviendas para poder amortizar los equipos

Barreras:

Fuerte inversión inicial y diseños muy estandarizados

A4. Los pórticos de Acero

El acero es por excelencia, el elemento estructural de la construcción industrializada, quizás una de las primeras demostraciones más evidentes fue la construcción del Empire State. La alternativa de construir casas y edificios de estructura metálica, de tal manera que el usuario compre piezas de su casa y luego las instale por medio de empernados, es quizás uno de los procedimientos ideales en la estandarización e industrialización de las viviendas.



Barreras:

Construcción masiva, diseño estructural económico y seguridad sísmica

A5. Las viviendas de Plástico

El sistema RBS (Royal Building System) de tecnología Canadiense, consiste en una serie de paneles y conectores de PVC que se acoplan entre si por un sistema de machiembado, formando paredes exteriores en interiores, las mismas que se pueden llenar de concreto creando una estructura monolítica, pero también se puede usar el sistema sin relleno, al vacío. Estos paneles vienen de varios colores, prestan mucha flexibilidad en el diseño y se estuvieron ofreciendo en nuestro país en una feria de vivienda.



Barreras:

Resistencia al cambio, paradigma del “material noble”.

B) Componentes que se ofrecen en nuestro mercado, pero que tuvieron o tienen barreras para su aceptación.

B1. La Placa P7 y P10

La Placa P7 es una unidad para tabiquería (No Portante) diseñada bajo el Sistema de Albañilería Armada, fabricada por la Cía. Minera Luren - La Casa, se asientan con mortero, y se usan varillas de refuerzo vertical colocadas entre los conductos circulares formados entre las unidades y el concreto líquido vaciado entre ellos, las medidas son las que se muestran en la figura, el espesor no es modular ya que es de 7 cm.

La Placa P10 es una unidad para la construcción de Muros Portantes, disponen de alvéolos verticales y horizontales para colocar la armadura en ambos sentidos y se vacían con concreto líquido.

La principal ventaja de estas unidades es que al tener muy poca variabilidad dimensional, una vez asentadas no requieren de tarrajeo, pudiendo empastarse directamente para su pintado y tampoco requieren de columnas de amarre ya que trabajan como una albañilería armada.

Conversaciones con la Sra. Carla Garland y el Ing. Jorge Kurich: La Placa P7, se lanzó al mercado y pasaron muchos años para que tenga aceptación, recién con el auge de MiVivienda y porque la misma empresa puso a disposición el servicio de instalación en obra fue aceptada. Actualmente operan en el mercado 4 pequeñas empresas instaladoras, autorizadas por la misma empresa y el producto se está vendiendo con mucho éxito, además han sacado la Placa P10 para muros de 10 cm.

El producto requiere de una pequeña capacitación ya que el asentado no es igual que cualquier ladrillo, los constructores no quisieron darse el trabajo de enfrentar ese cambio, el tener una empresa garantizada por la fábrica que les brinde el servicio por un contrato liberó el temor a lo nuevo.

Barreras que han superado:

La resistencia al cambio y a la capacitación del personal obrero



Placa P7



Placa P10

B2. El ladrillo Mecano

Es una unidad de Albañilería Armada, fabricada por la Cía. Minera Luren - La Casa; sus dimensiones son de 12cm.x30cm.x15cm. (ancho no modular) y de 15x10x15, con un peso de 8 kg. Gracias a la perfección de sus formas se colocan simplemente apilándolas, luego se le coloca las armaduras verticales y finalmente de vierte concreto liquido por los alvéolos.



Existe en el mercado hace muchos años, pero no es aceptado por los constructores, la ventaja es que no requeriría tarrajeo, lo cual no es muy aceptado por los clientes finales, ya que al no tener cama de asentado da la sensación de ser un muro simplemente apilado, requiere mano de obra especializada y no hay una demostración muy clara de sus ventajas económicas, más aún si finalmente terminan tarrajeándolo; el ladrillo es caro como unidad y no es evaluado como sistema.

Barreras:

Su estética no es muy aceptada por los clientes finales

B3. El ladrillo Kingconcreto

Conversaciones con el Ing. Miguel Atauje (Área Técnica Unidad de Bloques), la Arq. Teresa Siemund (Jefa de producto), constructores y albañiles: Es un ladrillo de concreto, fabricado por la empresa UNICON, para ser usado tanto en muros portantes como de tabique, sus dimensiones son de 13cm.x24cm.x9cm. (modular considerando juntas de 1 cm.) y 22,5% o 30% de huecos, con pesos de 4.8 kg y 4.2 kg, su producción tiene una variación dimensional menor a 1.5 mm. lo que permite minimizar el espesor del tarrajeo y sus resistencias a la compresión son de 180 kg/cm² y 140 kg/cm².



El producto salió al mercado en el año 2,000, tuvo muy buena acogida pero luego tuvo cierta resistencia de parte del mercado, es áspero para las manos de los albañiles y más pesado que el de arcilla, es más difícil de picar para la instalación de tuberías y se tiene que independizar los alfeizares, como todo muro de concreto tiene unos fisuramientos por contracción que estéticamente preocupa a los clientes finales.

Barreras:

La preocupación por el fisuramiento bloquea sus bondades y no independizan los alfeizares

B4. El ladrillo Kingblock

Es un ladrillo de concreto vibro-compactado, fabricado por la empresa UNICON, sus dimensiones son de 19cm.x39cm. (alto x largo) y anchos de 12, 15 y 20 cm., los volúmenes de vacíos van del 42% al 47.9% y los pesos varían entre 11 a 16 kg, sus resistencias van desde los 50 kg/cm² a 100 kg/cm², está diseñado para ser usado bajo el Sistema de Albañilería Armada.



Entrevista al Ing. Miguel Atauje (Area Técnica Unidad de Bloques) y a la Arq. Teresa Siemund (Jefa de producto): El producto salió al mercado en el 2,001 y hasta la fecha no ha tenido acogida en el mercado, existen muy pocas obras hechas con este ladrillo y con el sistema de Albañilería Armada.

Barreras:

Resistencia a cambiar los típicos sistemas constructivos que se usan en nuestro medio.

B5. El ladrillo Italblock

Es un ladrillo cerámico fabricado por extrusión por la empresa Ital Gres Industrial S.A., sus dimensiones son de 12.00 x 38.67 x 18.50 cm. (ancho x largo x altura), considera juntas verticales de 1.33 cm. y juntas horizontales de 1.5 cm., con lo cual llega a ser modular, su peso es de 12.36 kg. Este ladrillo está diseñado para ser usado bajo el sistema de Albañilería Armada.



El producto existe en el mercado desde el 2,002, puede usarse como caravista con la ventaja de la calidez de la cerámica contrariamente a los ladrillos de concreto, pero el sistema de albañilería armada no es preferido por los constructores.

Barreras:

Resistencia a cambiar los típicos sistemas constructivos que se usan en nuestro medio.

B6. El Block de concreto Firth

Al igual que el KingBlock, el Bloque de Concreto Firth es un bloque de concreto para ser usado con el sistema de albañilería, sus dimensiones son de 39 cm. x 19 cm. (largo x alto) y 14 y 19 cm. de ancho, sus resistencias van de 40



kg/cm² a 100 kg/cm² y pesan de 14.5 y 17.5 kg. El sistema viene además con productos complementarios tales como unidades especiales para dinteles y vigas, medios ladrillos y herramientas necesarias. Además de capacitación para los operarios.

Entrevista a la Ingeniera Beatriz Cépeda (Gerente de Producto): Introducir el producto al mercado fue difícil, se logró ingresar, pero había mucha resistencia al cambio, el solo hecho de tener que usar un badilejo de forma y dimensiones diferentes bloqueaba la aceptación de los albañiles. La planta dejó de producir este producto en el 2,005.

Barreras:

Resistencia al cambio tanto a nivel profesional como a nivel obrero

B7. Las viguetas pretensadas

Son viguetas prefabricadas de concreto pretensado, fabricadas por la empresa FIRTH, para ser usadas en las losas aligeradas, para la fabricación de estas viguetas se usa concreto de 350 kg/cm² y 420 kg/cm² y cable de acero de 18,000 kg/cm², su peso es de 17.85 kg/m y su sección transversal tiene la forma de “T”



invertida en cuyas alas se apoyan las bovedillas de arcilla, sobre ambas se coloca una losa de 5 cm. de espesor de concreto vaciado en sitio. Las alturas de las losas pueden ser de 17, 20, 25 y 30 cm. y el espaciamiento entre viguetas puede ser 50 o 60 cm., a diferencia del aligerado convencional donde el espaciamiento típico entre viguetas es de 40 cm.

Entrevista a la Ingeniera Beatriz Cépeda (Gerente de Producto, constructores y maestros que usan el producto): La principal ventaja de estas viguetas es que elimina el uso del entablado, reduciendo el encofrado solamente a soleras y puntales, el uso de fierro queda reducido sólo a los bastones en los apoyos. Es una buena alternativa y ha tenido muy buena acogida en el mercado.

Barreras superadas:

Costos competitivos, fáciles de demostrar y buen servicio de abastecimiento

B8. Las viguetas prefabricadas ALITEC

Son viguetas prefabricadas, compuestas por una nervadura de acero electrosoldada (Tralicho) de alto límite de fluencia 5000 kg/cm² y un concreto de 280 kg/cm², su peso es del orden de 14.5 kg/m. Se pueden usar con peraltes de losas de 17, 20, 25 y 30 cm. y tienen sus propios ladrillos de arcilla y bovedillas, el espaciamiento entre viguetas es a cada 50 cm.



Estas viguetas son fabricadas y vendidas por la empresa Italconcreto S.A. y también por la empresa Todocemento con un producto idéntico, pero con una ligera variante en la estructura del ladrillo.

Entrevista constructores y maestros de obra que usan en producto: Son viguetas más ligeras que las pretensadas, pero consumen más concreto, el tener la nervadura expuesta facilita el pase de las tuberías de desagüe sobre todo cuando la red es cogestionada.

Barreras superadas:

Tangibilidad en el beneficio del menor uso del encofrado

B9. EI ACEDIM

Es un producto ofrecido por Aceros Arequipa y que consiste en proveer piezas cortadas y dobladas a la medida de cada uno de los elementos estructurales del proyecto, lo que evita comprar las varillas, almacenarlas en la obra y luego irlas cortando y doblando con un alto desperdicio. La entrega es a pie de obra, pudiendo venir empaquetado por elementos o por piezas iguales, debidamente identificados y etiquetados.



Últimamente este producto también está siendo ofrecido en el mercado por PRODAC y aparentemente en un corto plazo también por SIDER PERU.

Conversaciones con el Ing. Mario Munilla (Gerente de Mercadeo) Marcelino Chávez (Gerente de Operaciones), Sr. Gustavo Fernández (SOLMACO), constructores y maestros fierros que usan el producto: El Acero Dimensionado fue introducido al mercado en 1,999, al comienzo tuvo mucha resistencia de parte de los constructores, pero a través de los años ha ido posicionándose cada vez mejor. Aquí hay varias barreras que se están superando poco a poco, por ejemplo:

- Como todas las piezas de acero se cortan y doblan en la planta, si no existe un plano debidamente detallado y compatibilizado con la arquitectura y con las medidas reales del terreno, la pieza no “calza” y por lo tanto no sirve, ya que el acero no se puede enderezar y volver a doblar, esto implica una compatibilización de planos antes de comenzar la obra lo que frecuentemente no se hace. Requiere de un cambio en la planificación de la obra.
- Resistencia al cambio de la forma tradicional de trabajar el fierro, antes compraban las varillas, ahora reciben paquetes de piezas que hay que almacenar ordenadamente para luego utilizarlas.
- Otra barrera es el gran desconocimiento de las mermas y desperdicios reales y la relación de costos entre mano de obra y de material, esto hace que la decisión se base en un pequeño ahorro en la mano de obra, sin visualizar la gran pérdida por la merma en el material.
- Otra barrera es que este producto tiene que competir con el precio de habilitación (corte y doblado) que ofrecen los Maestros Subcontratistas de Fierro, quienes en su mayoría no tributan y tienen a su cargo a obreros que no perciben los jornales de construcción, no tienen seguridad social, ni fondo de jubilación, ni compensación por tiempos de servicios, por lo tanto pueden ofrecer un precio inferior en mano de obra.

Barreras Superadas:

Resistencia al cambio, falta de planificación, falta de capacitación de los profesionales y de los fierros, competencia informal

B10. El Tralicho

Conversaciones con el Ing. Antonio Aguilar (Sub Gerente de Ventas) y con el Arq. Fernando Vera (Asesor Técnico): Es una armadura de vigueta electrosoldada, para usarse en techos con losas aligeradas, son fabricadas por la empresa PRODAC, con varillas de acero trefilado en frío con una fluencia de 5,000 kg y una resistencia mínima a la rotura de 5,600 Kg/cm². Sus longitudes van desde los 2.80 m hasta los 10.0 m con múltiplos de 20 cm. y sus alturas son desde 7 cm. hasta los 25 cm.



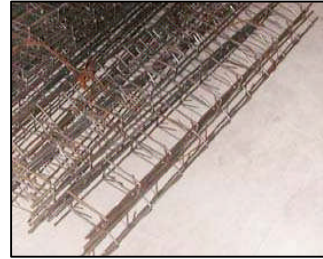
Es un producto que existe en el mercado hace varios años pero que tiene muy poca difusión, muy pocos constructores conocen que existe este producto.

Barreras:

Falta de promoción y difusión de su existencia y sus ventajas

B11. Las columnetas y columnas Electrosoldadas

Son columnetas para tabiquería en el caso de sistemas aporticados, o columnas de confinamiento para el caso de albañilería, son soldadas por fusión eléctrica, es decir, sin aporte de material, lo que permite lograr uniones muy sólidas y de alta calidad de terminaciones. Se usa acero con esfuerzo de fluencia de 5,000 Kg/cm² y esfuerzo de rotura de 5,600 kg/cm², lo que permite reducir cuantías, disminuyendo el peso de los elementos estructurales.



Conversaciones con el Ing. Antonio Aguilar (Sub-Gerente de Ventas) y con el Arq. Fernando Vera (Asesor Técnico): Existe una economía muy considerable en la mano de obra puesto que no hay que armar y atortolar y se logra una reducción en el tiempo de ejecución de la obra. Una de las barreras es que en los proyectos existen una gran cantidad de tipos de columnas, con una gran variedad de tipos de estribo, esta falta de estandarización complica la producción en serie encareciéndola, otra barrera es que la producción mecanizada no permite fácilmente el cambio de espaciamientos en los estribos.

Barreras:

Falta de estandarización en los tipos de columna y en el distanciamiento de los estribos.

B12. Las Mallas Electrosoldadas

Conversaciones con el Ing. Antonio Aguilar (Sub Gerente de Ventas de PRODAC), constructores y maestros fierreros: Consisten en planchas formadas por barras longitudinales y transversales soldadas en todas sus intersecciones, son fabricadas y distribuidas por la empresa PRODAC S.A. las dimensiones más comerciales son las planchas de 2.40 x 6.00 m., con cocada de 15 cm. y con diámetros de 4.0 a 7.5 mm., existen otras dimensiones e incluso se puede fabricar con anticipación a pedido.



Genera un ahorro en la mano de obra porque prácticamente elimina el alambre y la mano de obra para el atortolado, el mayor costo del acero es compensado por el mayor esfuerzo de fluencia que permite una

reducción de la cuantía, sin embargo hay un alto porcentaje de merma debido a que el traslape entre malla y malla se da en los dos sentidos y esto es muy frecuente dado que una de las dimensiones de la plancha es de 2.40 y la mayoría de las dimensiones de los ambientes son mayores obligando a usar sobretraslapes.

En Octubre del 2,004 salió un complemento a las normas de acero donde se especificaban algunas condiciones para la utilización de la malla en muros de ductilidad limitada, con estas nuevas restricciones, el uso de la malla prácticamente ha quedado limitado a las losas de techo.

***Barreras superadas en las losas de techo:
Abastecimiento adecuado y equivalencia de las cuantías.***

***Barreras pendientes en los muros:
Inadecuada ductilidad.***

B13. Las losas colaborantes

Una losa colaborante es un sistema de entrepiso que utiliza perfil laminado diseñado para anclarse con el concreto y formar una losa reforzada, es decir durante el vaciado de concreto funciona como encofrado y después funciona como acero de refuerzo.



Las secciones trapezoidales son de acero galvanizado en calibres que pueden ir desde 0.45 a 0.75 mm., con anchos de 0.90 m. y longitudes de acuerdo al proyecto (especie de calaminas).

En nuestro país lo vende la empresa Aceros Procesados S.A., pero su aplicación a viviendas es muy restringido por su costo, actualmente se viene usando con mucho éxito para cubrir grandes luces por ejemplo de centros comerciales.

***Barreras:
El beneficio de rapidez y eliminación del encofrado no compensa el costo de las planchas para su aplicación en viviendas.***

B14. Los Muros vaciados en sitio

Es una técnica que existe hace mucho tiempo y que en 1,970 fue aplicada por primera vez en nuestro país por el ingeniero Federico Aramayo y consiste en edificar todos los muros de la vivienda con concreto armado vaciados en sitio.

La principal ventaja de este sistema es la velocidad con que se puede edificar un proyecto, siendo lo normal la producción de un departamento

diario por juego de encofrado. La otra ventaja es que al depender de los encofrados, la programación se hace más estricta y se ordena la producción.

En nuestro mercado hay varios tipos de estos encofrados: Los Metálicos como los de EFFCO y UNISPAN, los de marco metálico y tablero fenólico como los de ULMA, los texturados de aluminio y manganeso como el CONTECH y los monolíticos de aluminio como los de FORSA.

Todos estos encofrados ofrecen medidas modulares múltiplos de 0.5 MB.

Una de las principales barreras que tiene este sistema es la generación de fisuras de contracción por temperatura que aparecen después de varios meses de terminada la obra y que aún cuando no tengan ninguna repercusión estructural, causan mucha alarma y preocupación a los usuarios.

Otra barrera para la aplicación sobre todo en viviendas unifamiliares es que cuando a futuro los propietarios quieren ampliar la vivienda se encuentran con dificultades para abrir vanos o continuar un piso superior ya que estas ampliaciones normalmente se hacen por cuenta propia con albañilería confinada.



Barreras pendientes:

Fisuramiento que genera desconfianza en los usuarios por falta de orientación al respecto, y dificultad para ampliaciones futuras.

B15. La red de agua con tubería flexible RPS

Entrevista con el Arquitecto Joaquín Reusche de la firma representante IXCO: Es un nuevo sistema patentado por la firma Rifeng Piping Systems, que consiste en una tubería que se adquiere en rollos de 200 m. y está compuesta de dos capas de PVC y aluminio, pudiendo eliminar con esto todas



las conexiones como codos, yees, uniones y pegado de tuberías, también puede usarse conexiones especiales en base a retenes de jebe, no se usa pegamento y reduce la mano de obra en un 15%.

Barreras:

Desconfianza ante un sistema nuevo.

B15. Tubería de luz corrugada

Tubería de luz tipo "manguera", lo que permite eliminar el pegado y el uso de las curvas, haciendo una instalación mucho más rápida y eficiente.

Barreras:

Demasiado frágil a los impactos, falta mejorar su calidad.

Listado de componentes existentes en el mercado nacional y extranjero

UNIDADES FUNCIONALES	SISTEMAS CONSTRUCTIVOS			
	Albañilería Confinada	Muros de Concreto	Aporticado	Adobe reforzado
Cimentación				
Muros	Viviendas de plástico RBS	Muros Tilt-Up	Pórticos de acero	Viviendas de plástico RBS
	Sistema Mecano (*)	Vaciado tipo Tunnel	Placa P7 y P10	El ladrillo Kingconcreto
	Ladrillo KingConcreto	Muros vaciados en sitio	Acero Dimensionado	El ladrillo KingBlock (*)
	Ladrillo KingBlock (*)	Acero Dimensionado	Columnetas electrosoldadas	
	Ladrillo Italblock (*)			
	Bloque Firth (*)			
	Acero Dmensionado			
Columnas electrosoldadas				
Techos	Mesas voladoras	Mesas voladoras	Mesas voladoras	Las viviendas de plástico
	Viviendas de plástico	Vaciado tipo Tunnel	Pórticos de acero	
	Viguetas pretensadas Firth	Las viguetas pretensadas Firth	Las viguetas pretensadas Firth	
	Viguetas prefabricadas Alitec	Viguetas prefabricadas Alitec	Viguetas prefabricadas Alitec	
	El tralicho	El tralicho	EL tralicho	
	Mallas electrosoldadas	Mallas electrosoldadas	Losas colaborantes	
Inst. Sanitarias	Red de agua con tubería flexible	Red de agua con tubería flexible	Red de agua con tubería flexible	Red de agua con tubería flexible
Inst. Eléctricas	Tuberías corrugadas de luz	Tuberías corrugadas de luz	Tuberías corrugadas de luz	Tuberías corrugadas de luz
Acabados				
Otros	Grúas torre	Grúas torre	Grúas torre	

(*) Para ser usado con Albañilería Armada

C) Componentes aprobados como Sistemas No Convencionales por SENCICO.

En la actualidad existen 78 Sistemas constructivos no convencionales (SCNC) aprobados por SENCICO., los cuales presentamos a continuación clasificados según su tipo M (para muros), T (para techos) o MT (para muros y techos):

TIPO	Nº	SCNC
MUROS	1	INGECON
	2	LISTOS
	3	E-B
	4	ISOC
	5	EMSA
	6	CIMSA
	7	PERCA-HUASI
	8	B-R-2
	9	SIMPLEX-CEPOL
	10	SIST CONSTRUC. EN MADERA
	11	LISTOS LIVIANOS
	12	DICKER STACKE-SACK INT.
	13	MURACRET
	14	LOS ARRAYANES
	15	VIV. PANELES DE ASB. C.
	16	FPDP
	17	PORTICOS MODULADOS
	18	IMAXA
	19	ARMO
	20	MODULOS ESTABILIZADOS
	21	FIBRACRETO

TIPO	Nº	SCNC
MUROS	22	PREFABRICADOS TAPESA
	23	SISTEMA FULL-PANEL
	24	ESMAVIO I
	25	CASAS CALIFORNIA
	26	ESTRUCTURAS E.F.E
	27	M.R.2
	28	UNIMODUL
	29	PANELES TUBULARES
	30	JENFRAN
	31	NO-FINES
	32	CASETAS COSAPI
	33	COMPONENTES ARMADOS S.A
	34	CONSTRUCCION MODULAR ABC
	35	CONCREMADERA
	36	CASA INMEDIATA
	37	HAVISA
	38	CASA FORTE.
	39	CANACRETO
	40	QUINCHA PREFABRICADA
	41	DURABO
	42	VIVIENDAS PANEL CAST

TIPO	Nº	SCNC
TECHOS	1	FASTECHOS
	2	ING. EDUARDO Y
	3	STALTON
	4	PREKAR
	5	METALOSA
	6	DURACRET
	7	BINISHELLS
	8	D.F.C
	9	SERP
	10	VIGUETAS PREFAB. MARS
	11	TECHOS PRELOSA
	12	PREFABRICADO TECHOSET
	13	REDI
	14	VIGUETAS PRETENSAD. FIRTH

TIPO	Nº	SCNC
MUROS Y TECHOS	1	UNICRETO
	2	COPREL
	3	SHELLEY
	4	OUTINORD
	5	TRACORA
	6	PUCARA
	7	EMVISA
	8	B-R-1
	9	CASAS ASTRO
	10	GAL
	11	BENAVIDES Y COSTA
	12	SAVER
	13	SIST ENCFRADO MONOLIT
	14	CERAMICRETO
	15	PREFAMET
	16	SISTEMAS AVANZADOS DE
	17	SIST. DE ENCOF.CONTECH
	18	LA REYNA
	19	LINDAL S.A
	20	CONSTRUCCIONES ASISMICA
	21	SIST. EN SECO ETERNIT
	22	SIDERCASA

De estos 78 componentes debidamente registrados en SENCICO, a parte de las Viguetas Pretensadas FIRTH y los paneles de Eternit, existen muy pocos que estén presentes en forma activa en el mercado de la construcción.

3.4 Barreras por el desfase entre el diseño y la construcción

Las evaluaciones de los grados de Modulación y Estandarización que hemos presentado en el capítulo 2 han sido hechos a nivel de diseño (a diferencia del nivel de industrialización), es decir las mediciones se han efectuado sobre los planos.

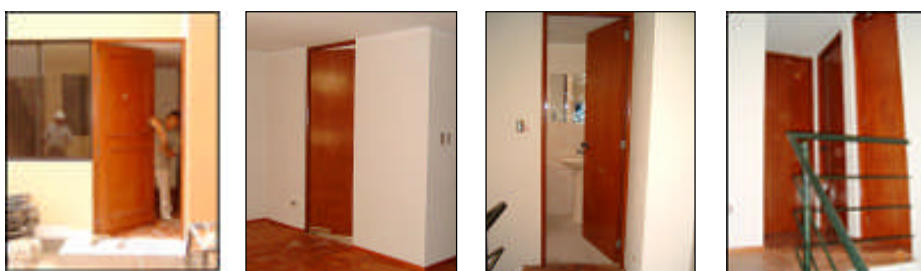
Sin embargo en la etapa de construcción existen una serie de barreras, por las cuales aún cuando los diseños tienen un buen grado de modulación y estandarización, estos no se reflejan en el producto final.

Por ejemplo, es muy frecuente que los diseños se hagan sobre las medidas de terreno que finalmente no coinciden exactamente con las medidas y ángulos reales, otro ejemplo que sucede con mucha frecuencia sobre todo en terrenos pequeños, es que las juntas sísmicas no son consideradas en la arquitectura. Esto hace que al momento de realizar la obra, los planos originales tengan que ser reajustados debido a factores de campo no considerados, modificando toda la modulación.

Como una muestra de estas diferencias, entre el diseño que figura en los planos y la construcción, se presenta un análisis de la variabilidad de los vanos de obra en las puertas del proyecto PM1 presentado anteriormente.

Mediciones de obra sobre la Modulación y la Estandarización de Puertas

El diseño del proyecto PM1 contempla 9 tipos de vanos de puertas tal como se muestra a continuación:



Tipo	Ubicación	Ancho	Alto	Cant.	Precio S/.	Sub Total S/.
P1	Principal moldurada	1.00	2.30	48	205.00	9,840.00
P2	Cocina	0.85	2.30	48	190.00	9,120.00
P3	Baños 1º, 2º y 3er. Pisos	0.70	2.25	72	170.00	12,240.00
P4	Baño vigilante	0.70	2.30	1	170.00	170.00
P5	Dormitorios	0.80	2.30	98	185.00	18,130.00
P6	Cuarto de basuras	0.80	2.30	1	185.00	185.00
P7	Dormitorios	0.85	2.30	48	190.00	9,120.00
P8	Walk-in closets	0.70	2.30	4	170.00	680.00
P8''	Accesos a azóteas	0.70	2.10	24	170.00	4,080.00
P9	Baños 4º pisos	0.70	2.10	28	170.00	4,760.00
Sub Total				372	S/.	68,325.00
IGV 19%					S/.	12,981.75
Total					S/.	81,306.75

Se realizó un trabajo de campo consistente en la medición de cada una de las 4 dimensiones de los vanos reales en obra, y luego se les comparó contra sus dimensiones especificadas en los planos. El siguiente cuadro presenta una muestra con las medidas nominales (de planos), las medidas reales (tomadas en obra) y las variaciones encontradas. Estas mediciones se efectuaron para

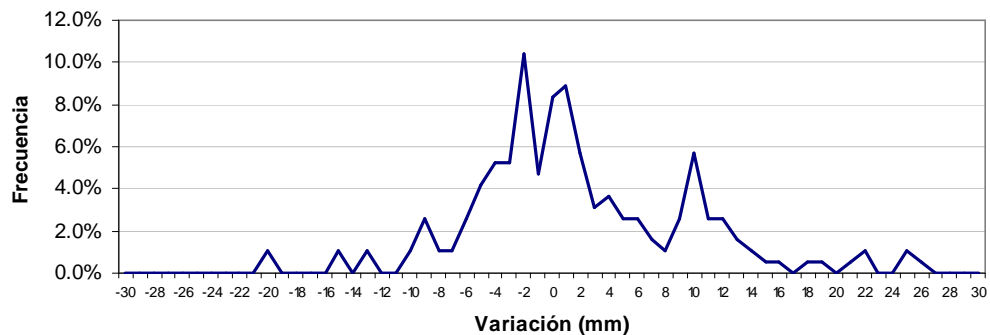
cada tipo de vano y en cada uno de los departamentos, llegando a realizarse un total de 1,464 mediciones.

TIPO	DPTO	MEDIDAS REALES EN OBRA (mts)				VARIACIÓN (mm)			
		ANCHO		ALTO		ANCHO		ALTO	
		Sup	Inf.	lqz.	Der.	Sup	Inf.	lqz.	Der.
P1 (1.00 x 2.30 m)	101	0.996	0.991	2.301	2.302	-4	-9	1	2
	102	0.997	1.001	2.296	2.298	-3	1	-4	-2
	103	0.992	0.998	2.295	2.300	-8	-2	-5	0
	104	0.995	1.000	2.300	2.302	-5	0	0	2
	105	0.985	0.993	2.308	2.295	-15	-7	8	-5

Podemos ver que esta variación es bastante amplia, los siguientes gráficos nos muestran los histogramas de frecuencia para el vano de la puerta principal P1 y la frecuencia acumulada para todos los vanos de la obra.

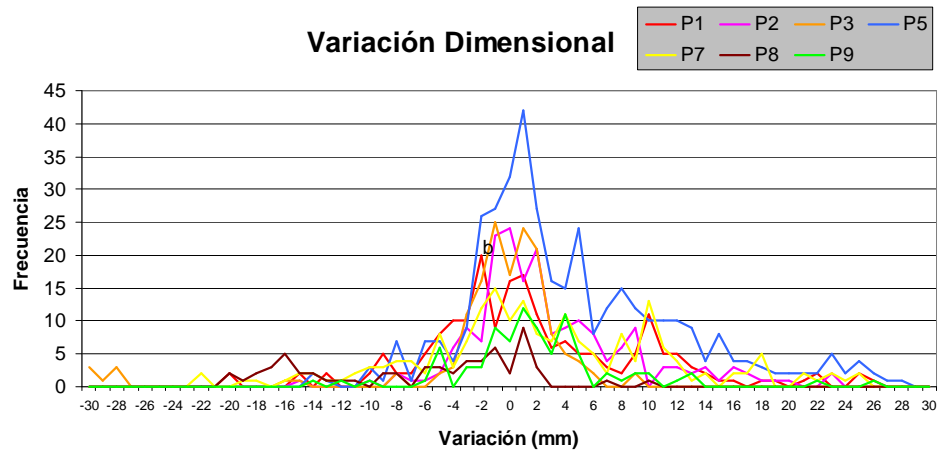
PUERTA PRINCIPAL P1

Variación Dimensional P1



TODAS LAS PUERTAS

Variación Dimensional



Si asumimos una tolerancia de 5 mm. y consideramos que toda variación por encima de esta constituye un vano diferente, podemos ver que los 9 tipos de vanos especificados en los planos, se convierten en la cantidad sorprendente de 301 vanos, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Tolerancia	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Nº vanos
0 mm.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
5 mm.	43	41	56	1	68	1	43	27	21	301

Con esta información y aplicando nuestra metodología de evaluación podemos calcular el porcentaje de modulación:

Nº de Medidas en obra : 1,204
Nº de Medidas Modulares : 109
Grado de Modulación : 9 %

Esto nos demuestra cuantitativamente que si bien el Grado de Modulación evaluado en los planos para las puertas de este proyecto fue bastante bueno ya que llegaba al 74% (PM1), podemos comprobar que por problemas constructivos de diferente índole este Grado de Modulación en obra baja radicalmente al 9%. Aquí podemos identificar algunas barreras en la etapa constructiva que serían las siguientes:

Barreras:

- **Falta de herramientas o procesos para garantizar vanos exactos.**
- **Incapacidad de construir vanos exactos o desconocimiento de esta barrera por parte de los constructores.**

También se entrevistó a un subcontratista de carpintería, el Sr. Efraín Ccarhuas y a un especialista en maderas el Arquitecto Luis Takahashi y hemos elaborado una secuencia del proceso de fabricación de las puertas, habiendo identificado las siguientes barreras:

Barreras:

- **Desconocimiento de los beneficios de la estandarización por parte de los maestros carpinteros.**
- **Falta de modulación en el aserrado de los tablones.**
- **Falta de correlación entre las dimensiones de las hojas versus las planchas disponibles en el mercado.**
- **Ausencia de maquinaria industrial moderna.**

3.5 Inventario de Barreras

A continuación se presenta un resumen de todas las barreras encontradas durante este estudio, incidiendo en aquellas generadas durante el proceso constructivo y en la etapa de diseño:

Barreras generadas durante el proceso constructivo

- ***Barrera:***
Falta de modulación y estandarización de medidas en los materiales existentes en nuestro mercado.

Comentario:

Se puede observar que existe una gran cantidad de materiales existentes en el mercado de la construcción que no tienen medidas modulares, como por ejemplo: Las planchas para los paneles de encofrados de madera (1.22 x 2.44), diámetros del acero de refuerzo ($\phi = 1/4"$, $1/2"$, etc.), el tamaño de los agregados (Piedra Chancada de TM $3/4"$, $1"$, etc.), los volúmenes de las mezcladoras (Tabor de 9 p3, 12 p3, etc.), dimensiones de algunas unidades de albañilería (Bloques Mecano 12x30x15 cm. los cuales no se tarrajean, Placa P7 7x50x24 cm. ídem, Kingblock 12x14x19 ídem, Italblock 12x38.67x18.50 cm. ídem), envases de los baldes de pintura (galones), innumerables formatos de las cerámicas que no toman en cuenta el espesor de la fragua (25x25 cm., 30 x30 cm., etc.).

Acciones a tomar:

Difundir y promover la normativa de modulación y coordinación modular de la construcción, las cuales son muy poco conocidas, para adquirir estas normas hay que ir al Indecopi y solicitar las copias, las cuales son frecuentemente ilegibles, estas deberían estar a disposición en cualquier librería.

Existen publicaciones muy precisas al respecto, como por ejemplo: “Medidas modulares preferidas en el Perú” ó “Medidas modulares para la industria de la construcción”, cuyas ediciones están agotadas.

Promover cursos en las universidades sobre modulación y coordinación modular, tanto en las facultades de Arquitectura como de Ingeniería Civil.

- ***Barrera:***
Falta de capacitación del personal obrero.

Comentario:

Según la Comisión de Construcción, Ingeniería y Obras Públicas de la OIT, el número de trabajadores del sector construcción al año 2001 fue de 341,300. Comparando estos resultados con el número de personas capacitadas por el Servicio Nacional de Normalización, Capacitación e Investigación para la Industria de la Construcción (SENCICO) se obtuvo los siguientes datos:

CAPACITACIÓN DE TRABAJADORES DE LA CONSTRUCCION (en miles)

PORCENTAJE DE TRABAJADORES QUE RECIBIERON CAPACITACION						
	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Total trabajadores	298.4	367.5	387.1	378.2	299.5	341.3
Capacitados (SENCICO)	10.4	27.2	31.4	25.4	26.4	27.7
Porcentaje	3.49	7.40	8.11	6.72	8.81	8.12

Fuente: Trabajo de tesis PUCP, Bach. Jorge Canales.

Como se puede observar el porcentaje de trabajadores peruanos capacitados en la construcción es del orden del 6 al 8%. En Alemania, por ejemplo, el porcentaje de trabajadores debidamente calificados llega anualmente al 75%.

El proceso de estandarización requiere contar con mano de obra capacitada.

Acciones a tomar:

Promover la capacitación bajo el nuevo concepto de Competencias, el cual considera que un individuo es competente cuando cumple tres condiciones: 1) Tiene conocimiento sobre el tema 2) Tiene la habilidad para poner en práctica el conocimiento aprendido y 3) Tiene la actitud adecuada para usar sus conocimientos y sus habilidades.

En la entrevista con la Jefa de Producto de los ladrillos modulares de la firma Firth, la ingeniera comentó que una de las grandes barreras encontradas para la introducción de su bloque de concreto, fue la actitud negativa de parte de los albañiles, durante los cursos de capacitación, ante el uso de un simple badilejo diferente al tradicional.

- **Barrera:**

Falta de variedad de equipos y herramientas de nuestro mercado.

Comentario:

Si bien en los últimos años el mercado de proveedores en el sector construcción ha aumentado en tamaño y variedad, aún nuestros procedimientos constructivos son muy artesanales y distan mucho de parecerse a procesos industrializados, el porcentaje del costo destinado

a los equipos y maquinarias de obra no supera el 5% del costo total, sin embargo el porcentaje de la mano de obra fluctúa entre el 35 al 40%.

No existe en nuestro mercado una adecuada variedad de equipos y herramientas que nos permitan por ejemplo manipular horizontal y verticalmente las diferentes cargas, la estandarización implica la manipulación de elementos externos del tipo prefabricado ligero o pesado que tienen que ser colocados en diferentes puntos de la obra.

Acciones a tomar:

Promover la entrada de nuevos proveedores de equipos y herramientas para el sector construcción, es fácil darse cuenta que ferias del tipo Expovivienda, están dirigidas al público en general, donde mayormente están presentes los proveedores de acabados y materiales, habiendo muy pocos proveedores de herramientas y equipos. Deberían promoverse ferias para constructores donde se exhiban sistemas constructivos, maquinaria pesada, equipos diversos, herramientas y nuevos componentes para la construcción de viviendas.

- **Barrera:**

Presencia de los “Sindicatos” que se oponen a la mejora de la productividad con la violencia y la extorsión, bloqueando los beneficios de la estandarización y la industrialización.

Comentario:

Últimamente, además del Sindicato de construcción Civil se crean cada vez más diferentes agrupaciones denominadas Asociaciones de Desocupados, estas logran colocar a base de violencia un porcentaje de obreros de sus agrupaciones, uno de sus objetivos es impedir o limitar la mejora de la productividad, oponiéndose muchas veces al empleo de maquinaria especializada, a la implementación de la mejora de procesos y al empleo de subcontratistas especializados, ya que de acuerdo a su punto de vista esto les quita puestos de trabajo.

Hoy en día, no existe constructora que no haya tenido enfrentamientos con estas asociaciones y sindicatos, y debido al uso del amedrentamiento y la violencia, todas las empresas terminan sometándose de una u otra forma a sus exigencias.

Acciones a tomar:

El estado debe tomar acciones ante esta creciente extorsión, estas agrupaciones no velan por los derechos laborales de los trabajadores, sus cabecillas son delincuentes comunes y sus modos de operación corresponden a una mafia organizada.

Barreras originadas debido a la mala interfase diseño-construcción

- **Barrera:**
Falta de aplicación y coherencia entre los conceptos de modulación, estandarización e industrialización en los diseños.

Comentario:

El objetivo de la modulación, es la estandarización y el objetivo de la estandarización es la industrialización. En el acápite 2.3 hemos visto como los grados de modulación de los diseños tienen una calificación de 70% respecto a un ideal, luego los grados de estandarización logrados en las obras bajan a un 40% ó 50% y finalmente los niveles de industrialización, sobre todo en los proyectos medianos y pequeños que son la mayoría, están por debajo del 30%. Es decir, hay un claro desgaste del objetivo principal en esta secuencia, aquí están asociadas muchas de las otras barreras mencionadas.

Acciones a tomar:

No hemos encontrado bibliografía detallada que ligue claramente estos tres conceptos y los cuantifique, por lo que debería difundirse las tablas de evaluación propuestas en el acápite 2.3, esto ayudará a la toma de conciencia de parte de todos los involucrados y servirá para calificar y controlar el progreso del proceso de estandarización.

- **Barrera:**
Falta de una definición precisa de los componentes a usar en la obra, en la etapa de diseño.

Comentario:

Es muy frecuente que recién se decida adoptar la utilización de un elemento modular o estandarizado durante el proceso de la obra, esto ocasiona una serie de inconvenientes ya que el diseño original no fue coordinado modularmente.

Por ejemplo, muchas veces las losas de techo se diseñan en el plano con acero convencional, pero cuando se realiza la obra se decide usar la mallas electrosoldadas, la cuales tienen una dimensión modular y estándar de 2.40 x 6.00 m. que no han sido tomadas en cuenta para la coordinación modular, esto origina sobretraslapes y mermas que juntos pueden llegar ha ser hasta el 25% de desperdicios en uno de los materiales considerados en listado de componentes más incidentes.

Acciones a tomar:

Difundir y aplicar las nuevas metodologías del Lean Construction, cuyo objetivo principal es la generación de proyectos sin pérdidas, esta metodología propone los pasos a seguir en 4 fases principales:

Definición del Proyecto, Diseño sin pérdidas, Abastecimiento sin Pérdidas y Construcción sin Pérdidas.

Esta metodología, propuesta en 1992 por el Lean Construction Institute, se basa en la incorporación de las experiencias exitosas de la industrialización de la manufactura al sector construcción. Esta metodología debe ser enseñada en las facultades no solo de ingeniería civil, sino también en las facultades de arquitectura.

- **Barrera:**
Falta de estandarización en los elementos estructurales.

Comentario:

Es muy frecuente ver en los planos de estructuras detalles muy claros en el papel pero que en obra son muy complicados de hacer, una estandarización de estos detalles facilitaría mucho el predimensionamiento industrial.

En el listado de componentes incidentes por ejemplo, figura el acero de columnas, una buena forma de abaratar estos costos es mediante el uso de columnas electrosoldadas listas para colocarse en la obra, sin embargo una de las barreras para esto es que las especificaciones contemplan una tremenda variedad de diámetros y sobre todo de espaciamiento de los estribos, lo cual hace inviable una fabricación industrial.

Acciones a tomar:

Si bien el nuevo Reglamento Nacional de Edificaciones, en la Norma G.030 especifica claramente que: “...el arquitecto es el responsable de que sus planos y los elaborados por los otros profesionales responsables del Proyecto, sean compatibles entre si”, se propone promover la especialidad de la “Gerencia de Proyectos”, de tal manera de que no sólo se ocupe de la compatibilidad de los planos, que desde ya es una tarea que no se cumple a cabalidad, sino que además, vele por la constructabilidad, la modulación, la estandarización y la industrialización de los proyectos, sobre todo si se trata de la vivienda social.

- **Barrera:**
Falta de conocimiento y empleo de los productos existentes en el mercado.

Comentario:

Muchas veces los diseños y las obras contemplan el uso de componentes tradicionales y no contemplan la evaluación de nuevas alternativas, ya sea por falta de conocimiento o información de su existencia o por el temor al cambio.

En el acápite 4.3.5. se hace una exposición de los componentes existentes en el mercado nacional y extranjero y además se adjunta el listado de Sistemas No Convencionales aprobados por SENCICO, en este último caso por ejemplo, este listado no esta a libre disposición, es mas, contrariamente se maneja hasta cierto punto como información confidencial.

Acciones a tomar:

Difundir los sistemas existentes en el mercado extranjero para evaluar su posible aplicación o adaptación a nuestro mercado nacional, así como apoyar a las ideas innovadoras para su consolidación en su fabricación y comercialización.

Realizar convenios o contactos con entidades que ayudan y apoyan financiera y técnicamente a consolidar aquellas ideas innovadoras que contribuyan a facilitar el acceso de la población de bajos recursos a sus necesidades básicas, tales como el acceso a la vivienda. Tal es el caso de la Fundación Lemelson, cuya razón de ser es: Promover, difundir y apoyar a las ideas innovadoras a través de la formación de las micro y pequeñas empresas, entidad que actualmente está evaluando realizar un proyecto piloto en América Latina con sede en nuestro país.

Barreras que impiden la Prefabricación Pesada

- *Aplicabilidad limitada a grandes obras.*
- *Izaje riesgoso de los elementos prefabricados.*
- *Construcción masiva y diseños muy estandarizados.*
- *Alta inversión inicial.*
- *Desconfianza en la seguridad sísmica de las juntas.*
- *Necesidad de emplear maquinara pesada.*

Barreras que impiden los nuevos productos

- *Resistencia al cambio tanto a nivel profesional como a nivel obrero.*
- *Paradigma del “material noble”.*
- *Falta de capacitación en el tema de estandarización a todo nivel.*
- *Estética no muy aceptada por los clientes finales.*
- *Preocupación por los fisuramientos.*
- *Desconfianza en la calidad y comportamiento a futuro.*
- *Relación Costo-Beneficio difícil de demostrar.*
- *Temor al incumplimiento con el servicio de abastecimiento.*
- *Falta de planificación de la obra, necesaria para abastecerse con anticipación.*

- *Empresas informales que compiten en forma ilegal con los productos formales.*
- *Falta de promoción y difusión de los nuevos productos.*
- *Falta de orientación a los usuarios para romper ciertas resistencias.*
- *Dificultad para ampliaciones futuras de la vivienda.*

Barreras originadas por los Terrenos

- *Predominancia de Terrenos Pequeños con dimensiones y formas que dificultan el Diseño Modular.*
- *Desconocimiento del costo de dejar de construir el íntegro del terreno VS. el beneficio que puede dar la Estandarización.*

Es interesante notar que las principales barreras mencionadas en las encuestas de percepción de los involucrados, presentadas en el capítulo 3, coinciden en forma global con las barreras que se presentan con mayor detalle en este acápite.