

Tesis previa a la obtención del título de
Arquitecto

Tema: Aprovechamiento de la Totora como Material de
Construcción

Autor: Juan Fernando Hidalgo C.

Director: Arq. Alfredo Ordoñez

Asesor: Arq. Patricio Hidalgo

URI: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/6180>

Objetivos

- Conocer las propiedades principales del material.
 - Establecer criterios respecto a la factibilidad de su utilización.
 - Conocer las formas de tratamiento de la totora para los usos actuales, las bondades y deficiencias de estos procesos.
 - Establecer ciertos principios generales para la correcta utilización del material.
 - Conocer la durabilidad y comportamiento del material en diferentes condiciones de uso.
 - Comprobar la factibilidad de la utilización de la totora para la construcción, mediante la elaboración de elementos constructivos de muestra.
 - Comprobar el comportamiento de los elementos realizados ante algunas condiciones.
 - Establecer los aspectos positivos y deficiencias acerca de la utilización de la totora en la construcción.
-

1. Introducción	11
2. La Totora	15
2.1 Taxonomía	17
2.1.1 Taxonomía/Shoenoplectus	17
2.1.2 Taxonomía/Typha	22
2.2 Propiedades Físicas	26
2.3 Pruebas con Inmunizantes	29
2.3.1 Pruebas con Inmunizantes/Método1	30
2.3.2 Pruebas con Inmunizantes/Método2	32
2.3.3 Pruebas con Inmunizantes/Resultados	34
2.3.4 Pruebas con Inmunizantes/Método3	36
2.4 Pruebas con Revestimientos y Barnices	38
3. Aplicaciones de la Totora	42
3.1 Aplicaciones/Objetos	44
3.1.1 Aplicaciones/Objetos/Esteras	45
3.1.2 Aplicaciones/Objetos/Muebles t. SISA	48
3.1.3 Aplicaciones/Objetos/Importados	50
3.2 Aplicaciones/Embarcaciones	51
3.2.1 Aplicaciones/Embarcaciones/T. Heyerdahl	52
3.2.2 Aplicaciones/Embarcaciones/Qala Yampu	54
3.3 Aplicaciones/Arquitectura	59
3.3.1 Aplicaciones/Arquitectura/El Cajas	60
3.3.2 Aplicaciones/Arquitectura/Los Uros	63
3.3.2.1 Apl.../Arq.../Los Uros/La Isla	66
3.3.2.2 Apl.../Arq.../Los Uros/Las Viviendas	70
3.3.3 Aplicaciones/Arquitectura/Otros Ejm	85

4 . P r o p u e s t a	89
4.1 Introducción Teórica	90
4.2 Preparación del Material	93
4.3 Propuestas	94
4.3.1 Propuestas/Paneles para Cubiertas	94
4.3.1.1 Prp.../P Cub.../Cubierta con Prensa	95
4.3.1.2 Prp.../P Cub.../Cubierta Doblada	101
4.3.2 Propuestas/Paneles para Exteriores	108
4.3.2.1 Prp.../P Ex.../Totora Prensada	110
4.3.2.2 Prp.../P Ex.../Rollos	114
4.3.2.3 Prp.../P Ex.../Pérgola	120
4.3.2.4 Prp.../P Ex.../Totora Cosida	124
4.3.3 Propuestas/Paneles para Interiores	128
4.3.3.1 Prp.../P In.../Tejido en Malla	130
4.3.3.2 Prp.../P In.../Tipo Gavión	136
4.3.3.3 Prp.../P In.../Sobe Lienzo	141
4.3.3.4 Prp.../P In.../Bloques	148
4.3.3.5 Prp.../P In.../Textura Móvil	153
4.4 Datos Generales sobre los Paneles	160
4.5 Conclusiones	163
5 . A p l i c a c i ó n e n u n P r o y e c t o	165
5.1 Descripción del Proyecto	166
5.2 Imágenes del Proyecto	170
5.3 Opciones de Variación del Proyecto	174



f1

ref. txt.

ref. img.

f1. cerca de totora en la isla Taquiles del lago Titicaca - Perú, foto: Juan F. Hidalgo, 06

1 Introducción

●Históricamente el hombre ha utilizado en su beneficio los productos que ofrece la naturaleza, entre ellos, las especies vegetales. Estos productos, en su variedad tan grande, le han servido como alimento, como materiales para construir sus viviendas, sus armas, sus utensilios, sus vestidos etc, entre ellos se destacan algunos como la totora, que su aprovechamiento, por determinados grupos humanos, como los Uros en el Perú, ha sido de tal magnitud, que ha resultado determinante en su vida.

Los Uros son un pueblo indígena, que hace muchos años, por el avance de la conquista Inca, decidieron abandonar sus tierras para internarse en las aguas del lago Titicaca. En medio del agua construyeron sus viviendas sobre islas flotantes artificiales. Estas islas fueron hechas de totora, sobre las que erigieron sus casas con este mismo material. Construyeron también de totora sus embarcaciones, sus muebles, utensilios etc.

Desde esa época hasta nuestros días, este pueblo sigue viviendo en estas islas, constituyéndose en un ejemplo muy singular de uso y aprovechamiento de la totora, pero a su vez, de clara dependencia para subsistir dentro de sus condiciones de vida.

En nuestro país, la totora crece desde la costa hasta las montañas de la cordillera. Es aprovechada en algunas regiones, especialmente en los pueblos asentados a las orillas del lago San Pablo, en la provincia de Imbabura, destacándose por la fabricación de esteras, artesanías etc.

La totora ha sido utilizada desde tiempos ancestrales por algunos pueblos del Perú, Ecuador, Bolivia, en la construcción de sus viviendas, elaboración de utensilios, esteras, etc. Su gran manejabilidad y fácil cultivo ha permitido que algunos pueblos conserven hasta hoy su uso tradicional, de donde existe ya un conocimiento sobre su cultivo y formas de tratamiento y preservación.

Por su rápido crecimiento y desarrollo, además de su adaptabilidad a diversas zonas climáticas en las que crece naturalmente y en abundancia, podemos catalogarlo como un material de fácil renovación. Valernos de este tipo de recursos está a tono con la conciencia ecológica actual, que pone en evidencia la importancia de la conservación de nuestro entorno y en la arquitectura, plantea la necesidad del uso de materiales renovables en la construcción.

Los vegetales en general se renuevan periódicamente, pero por las ventajas que ofrece la totora me incliné a investigar sus aplicaciones en la construcción. Los vegetales si los aprovechamos racionalmente, podrán servirnos indefinidamente.

1 Introducción

La totora en nuestro medio, no es aprovechada en toda su capacidad, quizá porque desconocemos de sus bondades, pero si tomamos conciencia de sus características de resistencia, durabilidad y baja densidad, aprovechadas en la construcción de embarcaciones y viviendas en otros lugares, podemos darnos cuenta de las posibilidades que ofrece, para buscar aplicaciones en el campo de la arquitectura y la construcción.

Esta propuesta va dirigida a reconocer y recuperar la totora como material de construcción, por su gran potencial tecnológico y expresivo que nos ofrece, hasta llegar al diseño de paneles aplicables en la construcción. Estos paneles serán para cubiertas, para muros internos y externos, en cada caso, destacando la expresión propia del material.



2 . L a T o t o r a

2 . 1 T a x o n o m í a

2 . 1 . 1 T a x o n o m í a / S h o e n o p l e c t u s

2 . 1 . 2 T a x o n o m í a / T y p h a

2 . 2 P r o p i e d a d e s F í s i c a s

2 . 3 P r u e b a s c o n I n m u n i z a n t e s

2 . 3 . 1 P r u e b a s c o n I n m u n i z a n t e s / M é t o d o 1

2 . 3 . 2 P r u e b a s c o n I n m u n i z a n t e s / M é t o d o 2

2 . 3 . 3 P r u e b a s c o n I n m u n i z a n t e s / R e s u l t a d o s

2 . 3 . 4 P r u e b a s c o n I n m u n i z a n t e s / M é t o d o 3

2 . 4 P r u e b a s c o n R e v e s t i m i e n t o s y B a r n i c e s

ref. img.

f2. (pg. ant.)laguna de totora en Paccha, Azuay-Ecuador, foto: Juan F. Hidalgo, 05

2 La Totorá

●La "totorá" es una planta de raíz acuática que crece en lagos y humedales, con una longitud promedio de 3.5m y diámetro de 2.5cm, su crecimiento es muy rápido y por lo tanto su capacidad de renovación, pudiendo volver a cosecharse cada seis meses. Tiene una estructura porosa al interior, formada por cámaras de aire como una esponja, que la vuelve un material muy liviano y con propiedades aislantes.

El hombre en todos los tiempos, se ha aprovechado de las características y propiedades de las especies vegetales existentes en su medio. Analizando el uso de la "totorá", solamente en Sudamérica, en donde esta planta puede ser encontrada desde las costas a nivel del mar, hasta a 3800m.s.n.m. en la cordillera, ha sido aplicada en la elaboración de embarcaciones para pesca y transporte, artesanías, viviendas, alimentación, fertilizante, etc.

Para profundizar en el conocimiento de la totora, he orientado mi investigación hacia varios aspectos como sus características biológicas, su taxonomía, sus propiedades físicas y su reacción a los inmunizantes.

La especie mas común conocida como "totorá" es la *Schoenoplectus* o *Scirpus Californicus*, pero en realidad existe una amplia gama de plantas de raíz acuática, que tienen características muy similares y han sido incluso utilizadas de la misma manera. Para un mejor conocimiento sobre las diferencias entre las especies existentes y sus características es necesario un breve resumen sobre la taxonomía de estas plantas. Con este fin se han tomado los datos taxonómicos disponibles en las páginas web del "Centro para Plantas Acuáticas" de la Universidad de Florida (<http://aquat1.ifas.ufl.edu>) y del "Departamento de Agricultura de los EEUU" (<http://plants.usda.gov>)



f3

ref. txt.

ref. img.

f3. laguna de totora en Paccha, Azuay-Ecuador, foto: Juan F. Hidalgo, 05

2.1.1 Taxonomía \ Schoenoplectus ...

• Schoenoplectus o Scirpus

Reino	Vegetal
Subreino	Plantas Vasculares
Superdivisión	Plantas con semilla
División	Plantas con flor
Clase	Monocotiledónea
Subclase	Commelinidae
Orden	Cyperales
Familia	Cyperaceae
Genero	Schoenoplectus o Scirpus
Especies	----

Género Schoenoplectus o Scirpus

Las especies dentro del género *Schoenoplectus* o *Scirpus*, se caracterizan por ser plantas acuáticas, de semillas pequeñas y oscuras; tallos de sección triangular, en algunos casos muy definida y en otros suavizada hasta asemejarse a óvalos o círculos. Las hojas en algunas especies aparecen sólo como pequeñas vainas en la base del tallo, mientras que en otras se las distinguen con claridad. La flor, siempre en la punta de los tallos, está formada de muchas flores pequeñas, agrupadas en capullos o dispersas.

A continuación veremos las especies más comunes dentro de este género.

ref. txt.

ref. img.

2.1.1 Taxonomía\Shoenoplectus...

Schoenoplectus californicus:

Tamaño: 2.5-3.5 m

Tallo: sección triangular suavizada

Floración: en la punta del tallo, abierta, y luego sobresale una pequeña bráctea en punta que parece continuación del tallo.

Hojas: pequeñas envolviendo la base



f4



f5



f6

ref. txt.

ref. img.

f4. Schoenoplectus californicus, foto:Kerry Dressler, 1998(<http://aquat1.ifas.ufl.edu>)

f5. idem

f6. imagen, Schoenoplectus californicus,(<http://aquat1.ifas.ufl.edu>)

2.1.1 Taxonomía\Shoenoplectus...

Schoenoplectus americanus

Tamaño: 2-2.5m

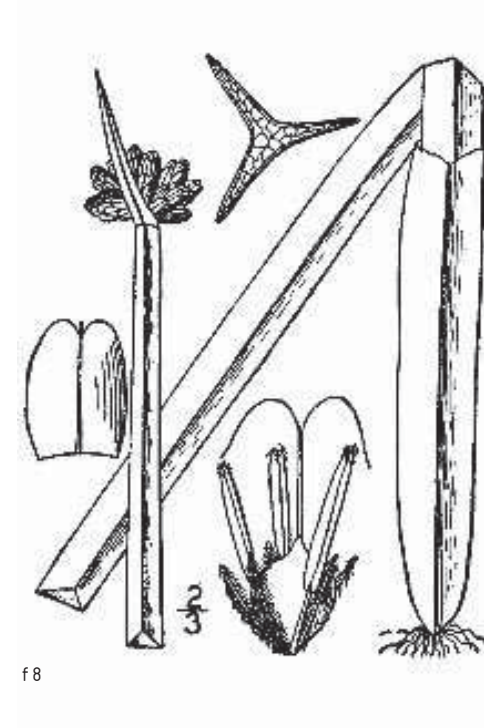
Tallo: sección triangular marcada

Floración: en la punta del tallo, semiabierto, con una bráctea que sobresale luego de la flor
un tanto más larga que S. Cal.

Hojas: muy pequeñas en la base



f7



f8

ref. txt.

ref. img.

f7. Schoenoplectus americanus, foto:Kerry Dressler,1998(<http://aquat1.ifas.ufl.edu>)

f8. imagen, Schoenoplectus americanus,(<http://aquat1.ifas.ufl.edu>)

2.1.1 Taxonomía\Shoenoplectus...

Schoenoplectus robustus

Tamaño: 1-1.3m

Tallo: sección triangular suavizada

Floración: en la punta del tallo, formando grupos en capullo, con una bráctea que continúa el tallo

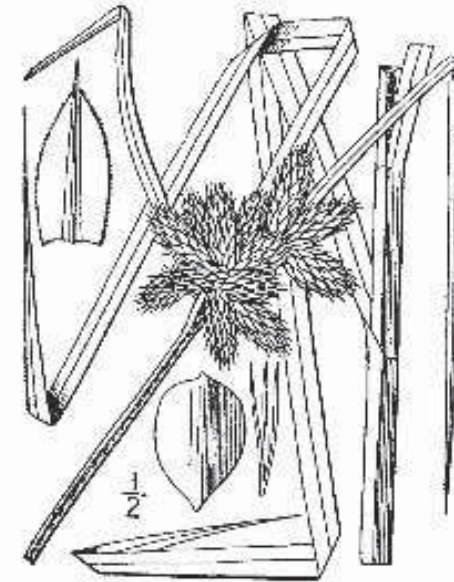
Hojas: varias hojas largas tipo hierba de hasta 50cm



f9



f10



f11

ref. txt.

ref. img.

f9. Schoenoplectus robustus, foto:Vic Ramey,1998(<http://aquat1.ifas.ufl.edu>)

f10. idem

f11. imagen, Schoenoplectus robustus.,(<http://aquat1.ifas.ufl.edu>)

2.1.1 Taxonomía\Shoenoplectus...

Schoenoplectus tabernaemontani - (softstem) validus

Tamaño: 3-4m

Tallo: sección triangular suavizada, casi ovalada mas ancha en la base (4cm.) y fina en la punta

Floración: en la punta del tallo, semiabierta, sin bráctea o muy pequeña

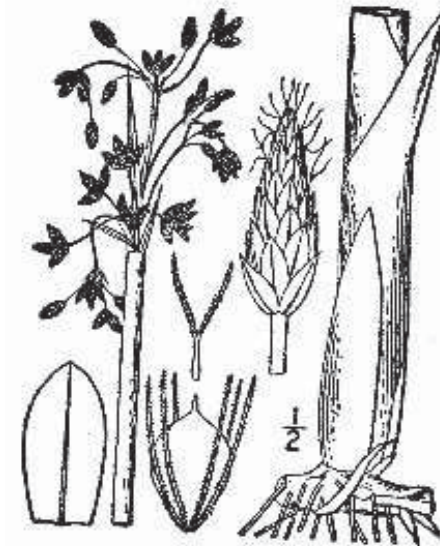
Hojas: muy pequeñas rodeando la base.



f12



f13



f14

ref. txt.

ref. img.

f12. *Schoenoplectus validus*, foto: Vic Ramey, 2001 (<http://plants.ifas.ufl.edu>)

f13. *Schoenoplectus validus*, foto: A. Murray, 2001 (<http://plants.ifas.ufl.edu>)

f14. imagen, *Schoenoplectus validus*, (<http://plants.usda.gov>)

2.1.2 Taxonomía \ Typha

- Typha

Reino	Vegetal
Subreino	Plantas Vasculares
Superdivisión	Plantas con semilla
División	Plantas con flor
Clase	Monocotiledónea
Subclase	Commelinidae
Orden	Typhales
Familia	Typhaceae - cola de gato
Genero	Typha - cattail
Especies	----

Género Typha

Otro género similar es la Typha. A diferencia de las especies anteriores, tiene un tallo que sostiene la flor y varias hojas de sección semiesférica cóncava, que crecen desde la base de la planta, hasta alturas de 3m, junto con el tallo. La flor, muy característica de esta especie, se asemeja a una "cola de gato", que puede tener más de 30cm de largo. Es una agrupación muy densa de flores pequeñas.

A continuación veremos las especies más comunes dentro de este género.

ref. txt.

ref. img.

2.1.2 Taxonomía \ Typha

Typha angustifolia

Tamaño: 1.5-3m

Tallo: sección circular

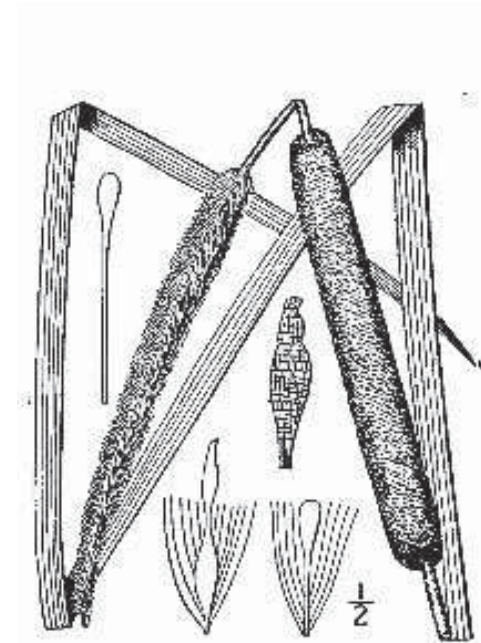
Floración: en la punta del tallo, tipo espiga dividida con el tallo del centro desnudo.

Hojas: crecen largas desde la base, de superficie cóncava por el un lado y rectas o convexas al otro.

Rodean el tallo, siendo más anchas en la base y finas en las puntas.



f15



f16

ref. txt.

ref. img.

f15. *Typha angustifolia*, foto: Thomas G. Barnes, 2004 (<http://plants.usda.gov>)

f16. imagen, *Typha angustifolia*,: Britton N.C. & A. Brown, 1913 (<http://plants.usda.gov>)

2.1.2 Taxonomía\Typha

Typha latifolia

Tamaño: 1.5-3m

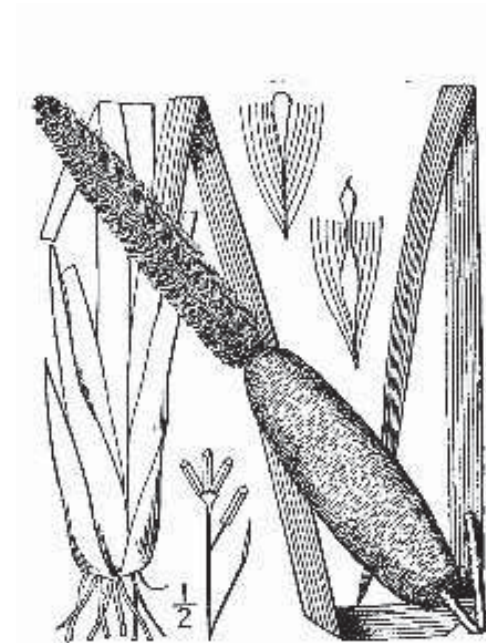
Tallo: sección circular verde a café

Floración: en la punta del tallo, tipo espiga dividida, casi no deja tallo visto en la división como las otras especies y la flor superior es más delgada.

Hojas: crecen largas desde la base, de superficie cóncava por un lado y rectas o convexas al otro. Rodean el tallo, siendo más anchas en la base y finas en las puntas.



f17



f18

ref. txt.

ref. img.

f17. *Typha latifolia*, foto: James L. Reveal (<http://plants.usda.gov>)
f18. imagen, *Typha latifolia*: Britton N.C. & A. Brown, 1913 (<http://plants.usda.gov>)

2.2 Propiedades Físicas

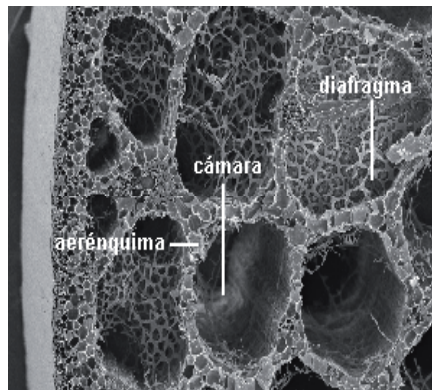
●Estas especies tienen algunas características similares, según pudimos ver en los cuadros de clasificación. Una de las características comunes importantes es que ambas pertenecen al grupo de las plantas vasculares acuáticas, lo que determina una forma de estructuración de las hojas y tallos constituidos por el aerénquima.

"el aerénquima facilita la aireación de órganos que se encuentran en ambientes acuáticos o suelos anegados. Estructuralmente es un tejido muy eficiente, porque permite la flotación de determinados órganos y logra su robustez con una cantidad mínima de células..."

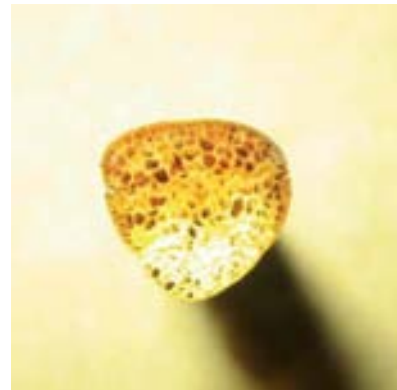
...el aerénquima está formado por células de forma variada, frecuentemente estrelladas o lobuladas, dejando espacios intercelulares muy grandes, de origen esquizógeno o lisígeno, llamados lagunas o cámaras, que pueden constituir el 70% del volumen del órgano.

Las cámaras pueden estar limitadas por gran número de células porque una vez iniciados los espacios intercelulares, las células se dividen perpendicularmente a los mismos agrandándolos.

Las cámaras están dispuestas a lo largo del tallo y del pecíolo. Están atravesadas perpendicularmente por placas transversales de pocas células de espesor llamadas diafragmas, que al mismo tiempo que dan mayor solidez a la estructura previenen los daños por inundación."¹



f 19



f20



f21

ref. txt.

1. <http://www.biologia.edu.ar> (Tema 11. Parénquima, Funcion:) pg1

ref. img.

f19. Transcorte de tallo de Schoenoplectus californicus, foto: Ana María Gonzales, (<http://www.biologia.edu.ar>)

f20. sección del tallo de la schoenoplectus californicus, foto: Juan F. Hidalgo, 06

f21. sección de la hoja de la typha angustifolia, foto: Juan F. Hidalgo, 06

2.2 Propiedades Físicas

La estructura esponjosa de los tallos y hojas de estas especies, conformadas principalmente por cámaras de aire, hace que sean materiales muy livianos y que pueden ser utilizados en sistemas constructivos como aislantes térmicos, uso que ya se le ha dado a las esteras de totora, o también aislantes acústicos, revestimientos suaves, superficies de piso, etc.

En nuestro país existe un estudio muy extenso sobre la totora, su cultivo, aplicaciones, rentabilidad, etc. realizado por el SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROPECUARIA del MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA DEL ECUADOR de los que se han extraído algunos datos importantes.

"FENOLOGÍA Y UTILIZACIÓN.

La floración de la totora inicia a mediados de la época lluviosa y seca y su periodo de fructificación es cada 6 meses, periodo en el cual se realiza el corte, (2 cosechas al año), en esta actividad participa la mayoría de los miembros familiares, elaboran pequeños atados "guangos" para ser trasladados a su lugar de secado, de mayor aireación, bien soleado y plano.

El tiempo de secado transcurre entre 8 - 15 días hasta que la fibra haya transpirado su humedad hasta un 90%, característica fundamental para que las mujeres (trabajo de equidad) elaboren las diferentes artesanías: esteras, aventadores, carteras, etc. debido a la resistencia de su fibra natural, sirve para la construcción de botes rudimentarios para la pesca y cosecha de totora. Además se la puede utilizar como material aislante

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y COMPOSICIÓN QUÍMICA

<i>Altura de planta</i>	<i>3,20 a 4,20 m.</i>
<i>Espesor</i>	<i>0,5 a 5,0 cm de diámetro</i>
<i>Densidad</i>	<i>280 tallos aéreos/m²</i>
<i>Composición química</i>	<i>Hemicelulosa: 30.71%</i>
	<i>x-celulosa 66.79%</i>
	<i>Lignina 27.8 %¹</i>

Además de toda esta información, creí conveniente realizar otros ensayos, fundamentalmente para conseguir datos acerca de las propiedades físicas del material, tales como la capacidad de absorción de agua, porosidad, resistencia a tensión, etc. Así como las posibilidades de tratamientos químicos para su conservación.

Luego de realizar las pruebas se obtuvieron los siguientes datos:

ref. txt.

1 .www.sica.gov.ec, extracto del artículo:USOS Y APROVECHAMIENTO ACTUAL DE LA TOTORA (Schoenoplectus californicus) EN IMBABURA, Ing. Andrés Simbaña Villarreal, Universidad Católica del Ecuador. Sede Ibarra, Mayo 2001,

ref. img.

2.2 Propiedades Físicas

Densidad.

Un grupo de totora atada con presión mediana, de manera que no altere su volumen pero mantenga estable el conjunto, tiene un peso de 180Kg/m³.

Absorción.

La totora sin presión, al estar saturada de agua (24 horas sumergida) aumenta en promedio cuatro veces su peso seco inicial.

Velocidad de absorción.

La velocidad inicial de absorción, tomada en los primeros 20 minutos de inmersión, es de 7% de aumento de su peso/minuto, y la velocidad de absorción general, hasta su estado de saturación, es de 0.3%/minuto.

Velocidad de pérdida de humedad.

La velocidad inicial de pérdida de peso al secarse, tomada en los primeros 20 minutos, es de 0.3% de pérdida de su peso/minuto, y la velocidad de secado general hasta su estado seco original, es de 0.13%/minuto.

-Se realizaron las mismas pruebas con una muestra de totora atada con cuerda con presión media para analizar el aumento del volumen de la muestra, los resultados son los siguientes:

Absorción.

La totora atada con poca presión, al estar saturada de agua (24 horas sumergida), aumenta en promedio un 50% su peso seco inicial.

Velocidad de absorción.

La velocidad inicial de absorción, tomada en los primeros 20 minutos de inmersión, es de 3.8% de aumento de su peso/minuto; y la velocidad de absorción general, hasta su estado de saturación, es de 0.18%/minuto.

Velocidad de pérdida de humedad.

La velocidad inicial de pérdida de peso al secarse, tomada en los primeros 20 minutos, es de 0.3% de pérdida de su peso/minuto; y la velocidad de secado general, hasta su estado seco original, es de 0.1%/minuto.

Aumento de Volumen.

En su estado de saturación, la muestra aumentó un 16.6% su volumen seco, ocasionado por el ensanchamiento de los tallos, su longitud varió en muy poco porcentaje.

ref. txt.

ref. img.

2.2 Propiedades Físicas

Tensión.

La resistencia a la tensión de un tallo de totora llegó hasta los 38Kg/cm.². La sección promedio de los tallos es de 0.433cm².

Compresión.

Un tallo de totora aislado, resiste alrededor de 15kg/cm². La resistencia a la compresión aumenta si se trabaja con grupos de tallos de totora juntos y aumentará aun más si este grupo es sujetado con presión para conseguir un volumen compacto, pudiendo llegar hasta resistencias de 40kg/cm² o mas.

Los ensayos nos revelaron la gran diferencia en la capacidad de absorción de agua de la totora, por efectos de la presión de amarre. La absorción iba disminuyendo según aumentaba la presión aplicada.

Por otro lado, el aumento del peso por la absorción fue muy significativo, por lo que es algo a considerar seriamente, pues siendo este un material poroso e inicialmente muy liviano, la estructura que se proponga para su soporte, en caso de estar expuesto a la lluvia o la humedad, deberá cumplir con las cargas considerando pesos saturados.



f22

ref. txt.

ref. img.

f22. viviendas de totora de las islas Uros del lago Titicaca, foto: Juan F. Hidalgo, 06

2.3 Pruebas con Inmunizantes

● Actualmente los artesanos que trabajan con totora no emplean ningún método para su inmunización ni preservación. No se encontraron datos sobre tratamientos de este tipo, solamente se pudo conocer que ciertos muebles y objetos pequeños, recibían una capa de barniz o laca, como acabado, para conseguir coloraciones e impermeabilidad, por lo tanto, se vio necesario realizar pruebas de ciertos procesos que puedan aplicarse a la totora para mejorar su durabilidad.

Por la composición química de la totora, que consta de los mismos elementos que la madera: celulosa, hemicelulosa y lignina, para las pruebas se tomaron las sustancias y proporciones utilizadas en su inmunización.



f23



f24

ref. txt.

ref. img.

f23. panera de totora tinturada y lacada de los artesanos de las islasUros del lago Titicaca, foto: Juan F. Hidalgo,06

f24. sofá de totora tinturada con un acabado de aceites vegetales, diseño de Totora SISA,Imbabura-Ecuador, foto: Juan F. Hidalgo,06

2.3.1 Pruebas con Inmunizantes/Método 1

• Método 1

Solución fría:

Sustancias: agua, bórax, ácido bórico, sulfato de cobre

Proporción: para 100 partes de agua

1 de bórax

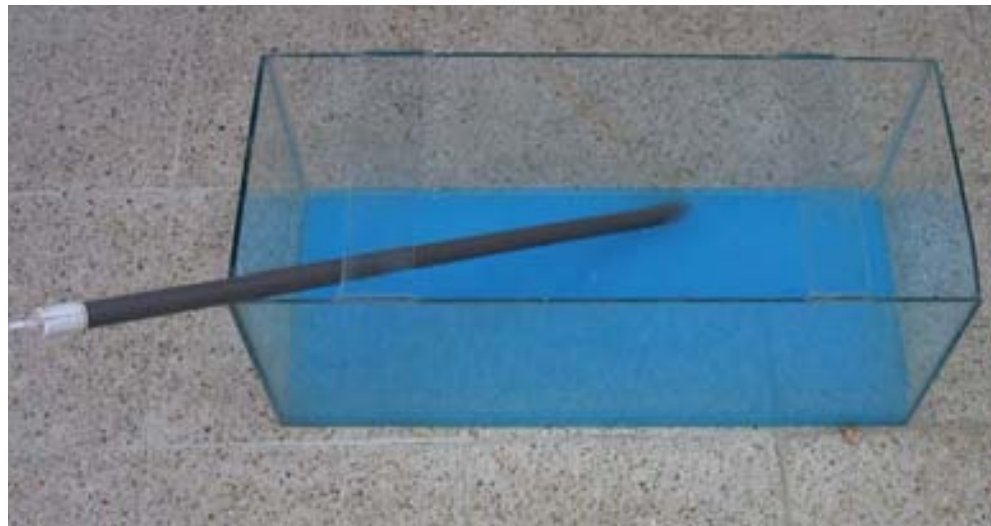
1 de ácido bórico

2 de sulfato de cobre

Tiempo de inmersión: 24 horas¹



f25



f26

ref. txt.

1.SALAZAR Jaime, INMUNIZACIÓN DE LA GUADUA, artículo publicado por la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, abril 2001

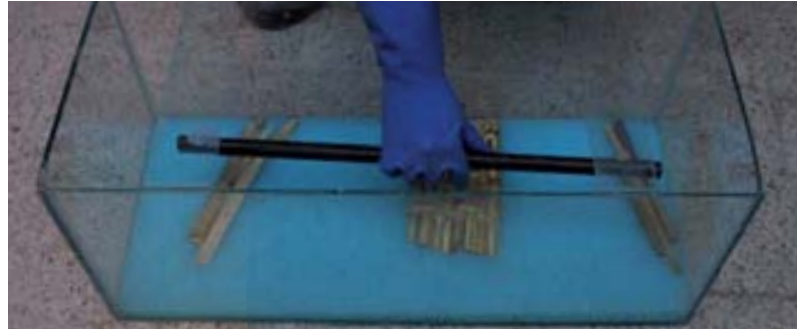
ref. img.

f25. 40ml de sulfato de cobre, foto: Juan F. Hidalgo, 06

f26. mezcla reposada correspondiente al método 1, foto: Juan F. Hidalgo, 06

2.3.1 Pruebas con Inmunizantes/Método 1

Para la prueba, se colocaron en 4 litros de agua, 40ml. de Borax, 40ml. de Acido Bórico y 80ml de Sulfato de Cobre (polvo azul). Luego se procedió a sumergir la muestra en esta solución, durante 24 horas.



f27



f28

ref. txt.

ref. img.

f27. inmersión de la muestra en la solución del método1, foto: P. Hidalgo, 06
f28. solución del método 1 a las 24 horas de reposo, foto: Juan F. Hidalgo, 06

2.3.2 Pruebas con Inmunizantes / Método 2

• Método 2

Solución fría:

Sustancias: agua, bórax, ácido bórico, bicromato de sodio

Proporción: para 100 partes de agua

1 de bórax

1 de ácido bórico

0.5 de bicromato de sodio

Tiempo de inmersión: 24 horas¹



f29



f30

ref. txt.

1 .O.p. cit.SALAZAR Jaime, INMUNIZACIÓN DE LA GUADUA, artículo publicado por la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, abril 2001

ref. img.

f29. agregando dicromato de sodio a la mezcla del método2, foto: P. Hidalgo, 06
f30. mezclado de la solución del método 2 , foto: P. Hidalgo, 06

2.3.2 Pruebas con Inmunizantes/Método 2

Para la prueba, se colocaron en 4 litros de agua, 40ml. de Borax, 40ml. de Acido Bórico y 20ml de Dicromato de Sodio (polvo amarillo). Luego se procedió a sumergir la muestra en esta solución, durante 24 horas.



f31



f32

ref. txt.

ref. img.

f31. inmersión de la muestra en la solución del método2, foto: P. Hidalgo, 06
f32. solución del método2 a las 24 horas de reposo, foto: Juan F. Hidalgo, 06

2.3.3 Pruebas con Inmunizantes/Resultados

●Luego de los ensayos se notó una clara resequedad en las totoras tratadas y una pérdida de elasticidad del material.

Por las pruebas realizadas sobre la velocidad de absorción del material, he considerado que para que el inmunizante sea absorbido por la planta, no es necesario sumergirla por tanto tiempo como la madera, e incluso, puede trabajarse rociando una solución no tan concentrada, como las recomendadas para maderas, además de que no es común el ataque de las plagas a la totora.



f33



f34



f35

ref. txt.

ref. img.

f33. trizadura de las fibras tratadas con el método 1, foto: Juan F. Hidalgo, 06
f34. trizadura de las fibras tratadas con el método 2, foto: Juan F. Hidalgo, 06
f35. trizadura menor de las fibras sin tratamiento, foto: Juan F. Hidalgo, 06

2.3.3 Pruebas con Inmunizantes/Resultados

Haciendo una comparación entre los dos métodos, se ve una diferencia en la coloración que toma el material, tornándose azulado con el sulfato de cobre y más amarillo con el bicromato de sodio.



f36



f37



f38

ref. txt.

ref. img.

f36. muestra original (estera, hojas de typha, tallos de totora) foto: Juan F. Hidalgo, 06
f37. la muestra luego de aplicar el método 1, foto: Juan F. Hidalgo, 06
f38. la muestra luego de aplicar el método 2, foto: Juan F. Hidalgo, 06

2.3.4 Pruebas con Inmunizantes/Método 3

●Luego de las experiencias anteriores, se hizo una nueva prueba, basándose en las sustancias del método 2, por ser el más utilizado para las maderas, pero mermando las proporciones de las sustancias químicas y solamente rociando la solución sobre el material. En este caso no se observó un cambio significativo en la coloración del material ni pérdida de elasticidad.

Método 3

Solución fría:

Sustancias: agua, bórax, ácido bórico, bicromato de sodio

Proporción: para 200 partes de agua

1de bórax

1 de ácido bórico

0.5 de bicromato de sodio

Tiempo de inmersión: rociado de la solución con aspersor.



f39



f40

ref. txt.

ref. img.

f39. muestra original(tallos de totora,hojas de typha,estera) foto: Juan F. Hidalgo, 06
f40. rociado con solución menos concentrada, método 3, foto: Juan F. Hidalgo, 06

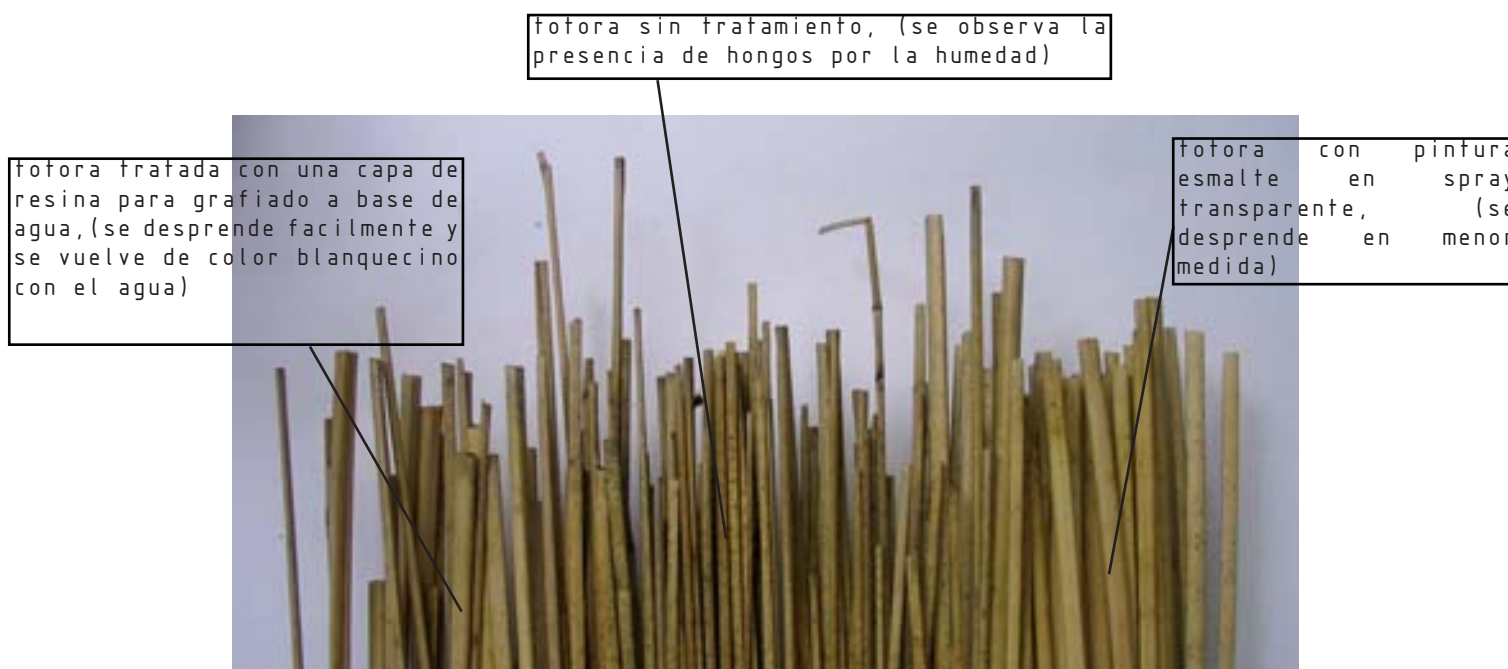
2.4 Pruebas con Revestimientos y Barnices

• Lacas

Se realizaron pruebas con pintura esmalte en spray y una resina a base de agua para grafiado. El mejor resultado se obtuvo con la pintura esmalte porque tuvo mayor adherencia. Sin embargo, en ambos casos tiende a desprenderse el revestimiento, pues al estar expuesta la totora al sol, lluvia y vientos, cambia su volumen, se mueve, etc.

Si la totora no está expuesta a la humedad, no necesita ningún tipo de revestimiento.

Esta imagen muestra totora que ha sido expuesta a la intemperie por tres meses, protegida con diferentes productos. Podemos ver que sí existe diferencia con la utilización de diferentes compuestos.



f41

ref. txt.

ref. img.

f41. totora con diferentes tratamientos luego de estar tres meses a la intemperie, foto: Juan F. Hidalgo, 06

2.4 Pruebas con Revestimientos y Barnices

Barniz Marítimo

El empleo de barniz marítimo dió los mejores resultados como revestimiento. También hubo desprendimiento del material pero en menor medida. Es conveniente aplicar el barniz bien diluido, para permitir su absorción. Se debe aplicar mayor cantidad en los extremos de los tallos, a manera de sellador para que no penetre la humedad. Para mejores resultados se deben aplicar productos de buena calidad.

En todos los casos se dió un desprendimiento del revestimiento, pues las variaciones de volumen de la totora son mucho mayores a las de las maderas, para lo que están diseñados la mayoría de productos, por lo tanto sería conveniente utilizar productos que tengan una mayor elasticidad y resistencia para acomodarse al material.



f42



f43

ref. txt.

ref. img.

f42. totora con revestimiento de barniz marítimo a los tres meses de estar a la intemperie, foto: Juan F. Hidalgo, 06

f43. idem.



3. Aplicaciones de la Totorá

3.1 Aplicaciones/Objetos

- 3.1.1 Aplicaciones/Objetos/Esteras
- 3.1.2 Aplicaciones/Objetos/Muebles t. SISA
- 3.1.3 Aplicaciones/Objetos/Importados

3.2 Aplicaciones/Embarcaciones

- 3.2.1 Aplicaciones/Embarcaciones/Thor Heyerdahl
- 3.2.2 Aplicaciones/Embarcaciones/Qala Yampu

3.3 Aplicaciones/Arquitectura

- 3.3.1 Aplicaciones/Arquitectura/El Cajas
- 3.3.2 Aplicaciones/Arquitectura/Los Uros
 - 3.3.2.1 Apl.../Arq.../Los Uros/La Isla
 - 3.3.2.2 Apl.../Arq.../Los Uros/Las Viviendas
- 3.3.3 Aplicaciones/Arquitectura/Otros Ejemplos

ref. img.

f44. (pg ant.)esteras en rollos, Imbabura-Ecuador, foto: Juan F. Hidalgo,06

3 Aplicaciones de la Totora

●La totora ha sido utilizada durante siglos, sus registros de uso datan desde los 8.000 años antes de Cristo y se intensifica a partir de los 800 años después de Cristo.¹

El campo de utilización de la totora dentro de Latinoamérica esta referido en su mayoría a los usos tradicionales, los cuales se conservan hasta hoy. Vemos su aplicacion en la elaboraci3n de esteras, artesanías, ornamentos, utensilios, etc.

En Trujillo Perú, los pescadores construyen balsas llamadas los caballitos de totora, objetos muy tradicionales de este sector, con las que se internan al mar en sus faenas de pesca. En el lago Titicaca, en el Perú, se construyen embarcaciones grandes de hasta 10m utilizadas en el transporte y pesca. En nuestro pa3s, en el lago San Pablo provincia de Imbabura, tambi3n se construyen barcasas pequeñas de totora, que los habitantes de las riveras del lago los utilizan para el transporte y la pesca.

El hecho de que este material sea utilizado en la construcci3n de barcos nos da una idea de sus características y resistencia, aunque en estas condiciones, la durabilidad del material es un inconveniente, pero mientras se mantiene en buen estado, su comportamiento es bueno, cumpliendo una funci3n muy exigente.



f45

ref. txt.

1. www.totorasisa.com \ la totora

ref. img.

f45. biombo de totora con hilo, dis: totora SISA, foto: Juan F. Hidalgo, 06

3 Aplicaciones de la Totora

En el campo de la arquitectura la totora se ha utilizado a manera de revestimientos de muros, cielos rasos, etc. pero existe un pueblo indígena, en el Perú, que construye sus viviendas íntegramente de este material, se trata de los habitantes de las islas flotantes, los Uros, que han habitado el lago Titicaca por más de 500 años. El hecho de que por tanto tiempo se haya conservado sin gran alteración un sistema constructivo basado en la totora, nos da una referencia fuerte para proponer una aplicación más amplia de este material en la arquitectura.

A continuación haré un análisis más detenido del comportamiento de la totora en sus diferentes aplicaciones:

Objetos

Embarcaciones

Arquitectura



f46

ref. txt.

ref. img.

f46. panel tejido utilizado para muros en las islas Uros, foto: Juan F. Hidalgo, 06

3.1 Aplicaciones/Objetos

- En la construcción de objetos es en donde más innovaciones y propuestas diferentes he encontrado, principalmente en las técnicas de aplicación y aprovechamiento de su textura de la totora, sin embargo las prácticas y objetos tradicionales siguen siendo los más generalizados en nuestro país.

Para conocer mejor la forma en que este material se trabaja, se realizó una investigación sobre el proceso de elaboración de esteras de totora, construidas por artesanos locales, además de observar otras aplicaciones en muebles y objetos.



f47



f48

ref. txt.

ref. img.

f47. lámpara con base de totora, dis: totora SISA, foto: Juan F. Hidalgo, 06
f48. esteras enrolladas, Imbabura-Ecuador, foto: Juan F. Hidalgo, 06

3.1.1 Aplicaciones/Objetos/Esteras

●El objeto más común en nuestro medio es la tradicional estera de totora, tejida por los artesanos de la parroquia de Paccha, ubicada a 15 min. de la ciudad de Cuenca. Las esteras que se tejen aquí son comercializadas en la Plaza Rotary de Cuenca.



f49

ref. txt.

ref. img.

f49. esteras en la plaza Rotary, Cuenca-Ecuador, foto: Juan F. Hidalgo, 06

3.1.1 Aplicaciones/Objetos/Esteras

Proceso de elaboración de una estera pequeña.

Artesana: Sra. Maria Cruz
Lugar: Bodega cercana a la Plaza Rotary
Fecha: Jueves 26 de Enero del 2006

La totora deberá estar húmeda para lo que se la remoja por unos 20 segundos, luego se la deja en posición horizontal y a la sombra durante una hora hasta que el material absorba la humedad y se ablande para poder ser tejido sin que se quiebre. Al dejar reposar la totora en posición horizontal se evita que se pierda la humedad por sus extremos. Durante el tejido se golpea la estera con una piedra pequeña o algo similar para que se "aprietan" los tallos.

Es necesario presionar o compactar los tallos de manera que pierdan el exceso de volumen que adquirieron al humedecerse y así al secarse no se afloje el tejido.



ref. txt.

ref. img.

f50. Sra. María sosteniendo totora, foto: Juan F. Hidalgo, 06
f51. totora humedecida bajo el grifo de agua, foto: Juan F. Hidalgo, 06
f52. Sra. María iniciando el tejido de la estera, foto: Juan F. Hidalgo, 06
f53. estera en proceso de tejido, Paccha-Ecuador, foto: Juan F. Hidalgo, 06

3.1.1 Aplicaciones/Objetos/Esteras

Usos

Las esteras tienen una capacidad aislante, acústica y térmica muy altas. Los usos tradicionales son como base de cama, tapetes de piso, revestimiento de paredes, cielos rasos, etc.

Mantenimiento

Las esteras no tienen ningún proceso para su conservación o impedir ataques de polillas o similares.

Durabilidad

Depende del uso y su protección contra la intemperie. Como tapetes de piso, duran hasta cinco años; como base de cama, revestimiento de pared o cielo raso no hay razón para su desgaste, sin embargo se debe cuidar de que no esté en lugares húmedos porque pueden atacarles los hongos que provocan la putrefacción.



f54



f55

ref. txt.

ref. img.

f54. esteras utilizadas en cielo raso, restaurant 2 Chorreras, foto: Juan F. Hidalgo, 06
f55. desgaste de una estera, a los tres años de utilizada como tapete de piso, Imbabura
-Ecuador, foto: Juan F. Hidalgo, 06

3.1.2 Aplicaciones/Objetos/Muebles totora SISA

● En la actualidad se puede encontrar una gran variedad de objetos utilitarios y ornamentales que utilizan la totora como materia prima. En nuestro país recientemente se ha creado una empresa, "totora SISA", que produce una amplia gama de objetos de totora.

"totora SISA", es una empresa comunitaria que nace de las aspiraciones empresariales de las comunidades indígenas artesanas de la Parroquia San Rafael de la Laguna, Otavalo-Ecuador, insertada a las orillas del paradisíaco Imbakucha - Lago San Pablo. (Lago de preñadillas).¹

Existe una gran variedad de objetos producidos por "totora SISA" principalmente muebles de estar y dormitorio, además de artesanías y papel de totora, que es el producto del reciclaje de los desperdicios de la construcción de los muebles.



f56



f57



f58



f59

ref. txt.

1. www.totorasisa.com/quienes-somos

ref. img.

f56. sofá asimétrico y mesa de totora, foto: [www.totorasisa.com/artesantias/catalogo/...](http://www.totorasisa.com/artesantias/catalogo/)

f57. silla pub y revistero de totora, foto: [www.totorasisa.com/artesantias/catalogo/...](http://www.totorasisa.com/artesantias/catalogo/)

f58. mesa de centro y sofá de totora, foto: [www.totorasisa.com/artesantias/catalogo/...](http://www.totorasisa.com/artesantias/catalogo/)

f59. sillas cubo y mesa cubo, foto: [www.totorasisa.com/artesantias/catalogo/...](http://www.totorasisa.com/artesantias/catalogo/)

3.1.2 Aplicaciones/Objetos/Muebles totora SISA

Es importante resaltar las nuevas opciones y combinaciones de materiales que se proponen en estos objetos, por ejemplo la combinación con el hierro y la madera en los sofás y camas. La utilización de tintes y lacas para diferentes efectos, etc.



f60



f61



f62



f63

ref. txt.

ref. img.

f60. totora tejida con hilo en la estructura de varillas metálicas, foto:Juan F. Hidalgo,06
f61. detalle de esquina de mueble para soportar las patas, foto:Juan F. Hidalgo,06
f62. parte inferior del sofá simple, foto:Juan F. Hidalgo,06
f63. silla cuadrada sin almohada, foto:Juan F. Hidalgo,06

3.1.3 Aplicaciones/Objetos/Importados

● A nuestro mercado han llegado objetos importados, que muestran diversas aplicaciones de la totora en la construcción de muebles.

Conocer las formas de trabajar de otros lugares, nos enriquecen las posibilidades de diseño, ya que encontramos opciones diferentes a las tradicionales conocidas.



f64



f65



f66



f67



f68

ref. txt.

ref. img.

f64. almohadones, (almacén espacios), foto: Juan F. Hidalgo, 06

f65. detalle de tejido en almohadón, foto: Juan F. Hidalgo, 06

f66. recipiente de totora tejida (almacén espacios), foto: Juan F. Hidalgo, 06

f67. recipiente de totora, textura exterior (almacén espacios), foto: Juan F. Hidalgo, 06

f68. alfombra de totora tejida con hilos, (almacén espacios), foto: Juan F. Hidalgo, 06

3.2 Aplicaciones/Embarcaciones

●Una de las aplicaciones importantes de la totora es la fabricación de embarcaciones, utilizadas en algunas poblaciones de Ecuador y Perú como medio de transporte y pesca menor.

Se han realizado investigaciones y experimentos que confirman que este tipo de embarcaciones pudieron utilizarse en viajes transatlánticos y como medio de transporte de grandes monolitos en el pasado.

La desventaja de la utilización de la totora para embarcaciones es su durabilidad. Se tiene como dato que una embarcación de 4m de largo y 80 cm de ancho dura aproximadamente un año si la lancha esta todo el tiempo sumergida. El daño se produce por la putrefacción del material, sin embargo un año es también un tiempo importante si consideramos que las balsas no tienen ningún tipo de impermeabilizante ni preservante.

Si este tipo de balsas tuvieran un tratamiento de preservación, creo que podría aumentar considerablemente su durabilidad. Estos tratamientos servirían también para aplicarlos en cubiertas y elementos expuestos a la humedad dentro de una construcción.



f69



f70



f71

ref. txt.

ref. img.

f69. balsas de totora de los Uros-Perú, foto: P. Hidalgo, 04

f70. pescador en caballito de totora, Trujillo-Perú, foto: P. Hidalgo, 04

f71. balsa de totora utilizada en el lago San Pablo, Imbabura-Ecuador, foto:www.totorasisa.com/artesantias/catalogo/...

3.2.1 Aplicaciones/Embarcaciones/T. Heyerdahl

● Unos de los primeros experimentos realizados a gran escala, para comprobar las teorías de que las culturas del mundo antiguo pudieron haber tenido contactos intercontinentales, utilizando balsas de materiales vegetales como medio de transporte, fueron los realizados por Thor Heyerdahl, quien fue un explorador y arqueólogo de renombre mundial, nacido el 06 de Octubre de 1914 en Larvik, Noruega.¹

Realizó varias expediciones, la mas grande fue la expedición Kontiki en 1947, que consistió en cruzar el océano pacifico, desde Perú hasta la Polinesia (8000 Km. de mar abierto), en una balsa hecha con maderas de las selvas ecuatorianas y otros materiales vegetales. La travesía se completó luego de 101 días de navegación con una tripulación de seis personas, quebrantando algunas de las teorías que habían regido la historia hasta ese entonces.



f72

ref. txt.

1. www.playasperu.com/ecologia/denuncias.php

ref. img.

f72. embarcación Kontiki, foto: www.kon-tiki.no

3.2.1 Aplicaciones/Embarcaciones/T. Heyerdahl

Luego vinieron las expediciones Ra I y la Ra II (1969 - 1970) que son de mayor interés para el tema de estudio actual. La primera balsa fue una copia de una embarcación egipcia antigua realizada con papiro. La expedición consistía en navegar desde Marruecos 6500 Km. a Barbados cruzando el atlántico. La primera embarcación (Ra I) tuvo fallas en su construcción y fue abandonada a las 3000 millas de viaje. Diez meses después T.H. contrató a cuatro indígenas Aymaras de Bolivia, que aún conservaban sus técnicas tradicionales de construcción de embarcaciones con totora, para que construyeran una balsa de 12m de largo para la travesía transatlántica (Ra2). Esta segunda expedición completó los 6500Km. en 51 días.

Expedición Tigris (1978) fue organizada para demostrar que pudo haber contacto entre Egipto y los valles Hindúes a través del océano. Los mismos indígenas que ayudaron en el Ra II colaboraron en la construcción de una nueva embarcación, la cual se realizó esta vez en Iraq. Se utilizaron unas especies de juncos existentes de la zona. Esta fue la embarcación más grande construida por T.H. con más de 15 metros de largo y una tripulación de 11 personas.

Esta expedición no pudo ser completada por las guerras que surgían en la época, T.H. prendió fuego a la balsa Tigris en señal de protesta contra las guerras.



f73



f74



f75

ref. txt.

ref. img.

f73. embarcación Ra I, foto:www.kon-tiki.no
f74. embarcación RaII, foto:www.kon-tiki.no
f75. embarcación Tigris, foto:www.kon-tiki.no

3.2.2 Aplicaciones/Embarcaciones/Qala Yampu

● Otro experimento de gran magnitud fue el "Qala Yampu" desarrollado en el lago Titicaca en el 2002 por los arqueólogos Paul Harmon y Alexei Vranich, cuyo objetivo fue comprobar si es posible que la ciudad Inca de Tiawanaku haya sido construida con piedras de la isla del sol, transportadas por el lago en balsas de totora:

La misión Qala Yampu ('piedra en punta', en lengua nativa) que dirigen Paul Harmon y Alexei Vranich, se propuso llevar, a lo largo de 32 millas náuticas, una roca de nueve toneladas desde la Isla del Sol, un centro ceremonial incaico enclavado en el Titicaca, hasta las ruinas de la milenaria ciudad de Tiawanacu, 70km al oeste de La Paz.

La misión sería posible gracias a una balsa de Totora, de 14 metros de largo, cinco de ancho, dos de alto y 12 toneladas de peso, tejida durante dos meses por el artesano indígena boliviano Paulino Esteban, que ya había construido naves similares para desarrollar travesías marítimas.

Casi dos millones de tallos de totora, arrancados de la isla de Suriqui y apareadas en 3.000 amarros, fueron necesarios para construir la balsa, tal como lo hicieron los antepasados de Esteban en las poblaciones del Lago Titicaca.

60 hombres y casi tres horas fueron necesarios para desplazar, sobre troncos de eucalipto colocados a lo largo de 25 metros, la embarcación desde una especie de astillero hasta las aguas del Titicaca.¹

Según los diarios de viaje de la expedición, los científicos reconocen la gran resistencia y manejabilidad de la totora, *"el casco de este bote es asombroso... simplemente asombroso! Este bote solamente se hunde de 15-18 pulgadas, considerando que pesa como 12 toneladas."*²

Originalmente la balsa sólo se hundió 15 pulgadas y luego de cargada la piedra de 9 toneladas, bajó hasta 30 pulgadas en el centro, donde estaba la piedra, pero mucho menos en los extremos. La balsa cargó la piedra con facilidad. Si los palos están distribuidos correctamente sobre el piso de la balsa, ésta puede cargar tranquilamente el doble del peso³

La flotabilidad del material es admirable; considerando el peso húmedo del barco y el que debe cargar, realmente el hundimiento es mínimo para un barco con estas cargas.

A continuación se expone el proceso de construcción y el comportamiento de la lancha de este experimento. Estos datos fueron tomados del artículo Qala Yampu de la página electrónica www.reedboat.org.

ref. txt.

1. <http://www.dlh.lahora.com.ec/paginas/ciencia/balsa.htm>
2. <http://www.entelnet.bo/qalayampu/textos/texto02.html> (Captain's Diary, Qala Yampu, 8/27/02)
3. <http://www.reedboat.org/The Boat/theboat.html>

ref. img.

3.2.2 Aplicaciones/Embarcaciones/Qala Yampu

Construcción

La construcción de la balsa duró dos meses y medio incluyendo la cosecha y secado de la totora. Los tallos fueron cortados varios centímetros por debajo de la superficie del agua con machetes y cuchillos atados a un palo largo. Una vez cosechados los tallos se secaron al sol durante cuatro semanas, teniendo cuidado en la forma de esparcirlos para evitar su putrefacción.

La totora seca es reunida en amarros que tienen de 1.5m a 2m de largo y un diámetro de 60cm. aproximadamente. La balsa utilizaría 3000 amarros, conteniendo un total de 1.800.000 tallos de totora para su construcción.

Los rollos de totora se construyen uniendo los amarros, uno tras otro, entrelazando los tallos y amarando con sogas cada 60cm. Cada rollo tiene 14m de largo y 60cm de diámetro.



f76



f77



f78

ref. txt.

ref. img.

f76. cosechando y acumulando la totora, foto: www.reedboat.org

f77. totora secándose, esparcida en el suelo, foto: www.reedboat.org

f78. uniendo los amarros para armar los rollos de totora, foto: www.reedboat.org

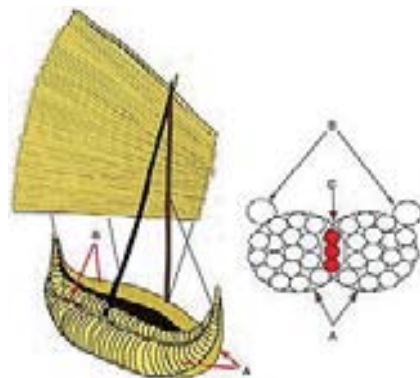
3.2.2 Aplicaciones/Embarcaciones/Qala Yampu

El barco consta de dos cuerpos laterales hechos con 18 rollos de totora cada uno; y un corazón, que es la intersección de los dos rollos laterales.

Para unir las partes laterales, se utilizan dos cuerdas, una va sujetando el lado derecho con el corazón y la otra alternadamente va sujetando el lado izquierdo con el corazón. Se sigue de esta manera a lo largo de toda la balsa con un espacio de 30cm entre cada cuerda. Una vez que las partes están unidas, la cuerda es apretada una y otra vez hasta que no se pueda deslizar nada entre la totora y la soga. Cuando esta fase esta completa el corazón ya no es visible y queda apretado entre los cuerpos laterales, formando un solo volumen compacto.

Luego los bordes del barco, hechos también con rollos de totora, son sujetos al cuerpo por medio de una soga, la que se va tejiendo simplemente con la del cuerpo principal.

Se incorporaron también grandes velas de totora, en tanto que los mástiles, timones y remos fueron hechos de madera.



f79



f80

f81

ref. txt.

ref. img.

f79. esquema del cuerpo de la balsa, graf: www.reedboat.org
f80. los dos cuerpos laterales listos para ser unidos entre sí, foto: www.reedboat.org
f81. los cuerpos unidos y apretados entre sí, formando un sólo volumen, foto: www.reedboat.org

3.2.2 Aplicaciones/Embarcaciones/Qala Yampu

Llevando el bote al agua.

Luego de dos meses y medio de construcción, el 25 de Agosto del 2002, el bote es arrastrado sobre una empalizada hasta el lago Titicaca. Tomó tres horas de trabajo a 60 personas para llevar el bote hasta el agua. Una vez en el agua el bote de 12 toneladas sólo se hundió 40cm, lo que demuestra la gran flotabilidad de las embarcaciones de totora.



f82



f83

ref. txt.

ref. img.

f82. llevando la balsa sobre una empalizada hasta el agua, foto: www.reedboat.org
f83. la balsa flotando en muy poca profundidad, foto: www.reedboat.org

3.2.2 Aplicaciones/Embarcaciones/Qala Yampu

Cargando la piedra.

El monolito de 9 toneladas fue llevado hasta el bote arrastrándolo sobre troncos redondos. Al momento de ser cargado, se observó que la embarcación se hundió hasta 75cm en la parte central, justo debajo de la piedra cargada, pero mucho menos en los extremos. La capacidad de carga por la flotabilidad de la embarcación, es muy alta, incluso se habría podido llevar fácilmente el doble del peso de la piedra.



f84



f85

ref. txt.

ref. img.

f84. colocando la piedra de 9 ton. sobre la balsa, :foto: www.reedboat.org

f85. embarcación con la piedra cargada, navegando en el lago, foto: www.reedboat.org

3.3 Aplicaciones/Arquitectura

● Además de sus cualidades físicas, cabe resaltar las opciones expresivas que se consiguen con este material en la fabricación de muebles y objetos utilitarios. Se puede observar varias técnicas de manejo de la totora para conseguir varias texturas, además de las opciones de coloración por tintes y lacas que puede recibir.

En el caso de la utilización de la totora en la arquitectura, en el cual existen ejemplos muy interesantes, se hará un análisis detenido de las construcciones realizadas en nuestro medio y en las islas de los Uros.



f86

ref. txt.

ref. img.

f86. conjunto de viviendas de totora en una isla de los Uros, foto: Juan F. Hidalgo, 06

3.3.1 Aplicaciones/Arquitectura/El Cajas

● La utilización de la totora en arquitectura en nuestro medio es muy escasa, sólo se ha dado a través de la utilización de las esteras. Antiguamente se las utilizaba en los cielos rasos de algunas viviendas, en donde eran clavadas a las vigas de madera de la estructura de la cubierta o sobre los muros como recubrimiento interior para conseguir un mejor aislamiento térmico.

Este tipo de aplicación se puede observar ahora en el restaurante "Dos Chorreras" en el sector de "El Cajas" a media hora de la ciudad en donde, por el clima y las propiedades expresivas, se ha adoptado el uso de las esteras en el cielo raso de toda el área antigua del restaurante.



f87



f88

ref. txt.

ref. img.

f87. cielo raso de estera, restaurant 2 Chorreras, El Cajas, foto:Juan. F. Hidalgo, 06
f88. idem.

3.3.1 Aplicaciones/Arquitectura/El Cajas

En este ejemplo las esteras son clavadas a la cara posterior de las vigas de madera o bambú, que arman la estructura del cielo raso, dejándola vista. En este caso, las esteras han recibido un recubrimiento de laca obscura mate, solamente en la cara que da al interior del espacio, para alterar levemente su color.

La laca ha sido aplicada luego de colocadas las esteras (f89). En ciertos lugares en donde ha entrado la humedad, se ve un claro deterioro de la estera, principalmente por putrefacción y ataque de hongos que generan una mancha negra (f90).

bordes y lugares en donde no alcanza la brocha no tienen la coloración de la laca



f89

zona con humedad, la estera se oscurece y se descompone.



f90

ref. txt.

ref. img.

f89. estera clavada en la estructura de guadúa del cielo raso, foto:Juan F. Hidalgo,06
f90. esteras dañadas por la humedad, foto:Juan F. Hidalgo,06

3.3.1 Aplicaciones/Arquitectura/El Cajas

Las esteras en este restaurante no han recibido ningún tipo de tratamiento contra hongos, polillas o agentes similares y nunca han sido reemplazadas.

Considerando que el restaurante tiene ya 15 años, las esteras se han mantenido en muy buen estado y no se observaron ataques de polillas ni hongos. Sólomente en uno de los salones, en donde el cielo raso se moja por una gotera del techo, se ve un deterioro por putrefacción.



f91



f92

ref. txt.

ref. img.

f91. vista al interior del cielo raso, esteras sin laca, restaurant 2 Chorreras, El Cajas, foto: Juan. F. Hidalgo,06

f92. cielo raso de estera sobre estructura de caña guadúa, ... foto:Juan. F. Hidalgo,06

3.3.2 Aplicaciones/Arquitectura/Los Uros

●El ejemplo más contundente a nivel mundial de la utilización de la totora como material de construcción, es sin duda, el de los Uros con su conjunto de islas artificiales flotantes, objetos y viviendas, emplazados en la parte peruana del lago Titicaca.

Por las características de este asentamiento y por la falta de información sobre el aspecto tecnológico de la construcción de las islas, viviendas y objetos de este pueblo, decidí hacer una investigación directa en el sitio.



f93

ref. txt.

ref. img.

f93. islas Uros del lago Titicaca, foto: Juan F. Hidalgo,06

3.3.2 Aplicaciones/Arquitectura/Los Uros

El origen de las islas flotantes de los Uros se debió a que este pueblo decidió escapar de la conquista Inca, que avanzaba por las tierras cercanas al lago Titicaca. Al no querer someterse a su dominio, abandonó la tierra firme y se refugió en el lago, construyendo islas artificiales flotantes en las que erigieron sus viviendas.

Más tarde, durante la conquista española, siguieron viviendo en sus islas, lo cual les ponía a distancia de los nuevos conquistadores. En la actualidad conservan este mismo modo de vida, manteniendo su tradición y su independencia. Esta situación ahora les mantiene lejos de los costos del suelo, impuestos y normas del gobierno que se aplican en tierra firme.

Actualmente muchos de los jóvenes de las islas, principalmente los hombres, van a la ciudad de Puno a realizar sus estudios de secundaria y universidad, pues dentro de las islas existe solamente una escuela primaria manejada por una fundación religiosa. Esto hace que las islas, vayan poco a poco perdiendo su estado de aislamiento y su población vaya disminuyendo, pues la mayoría de jóvenes prefieren quedarse en la ciudad.



f94

ref. txt.

ref. img.

f94. islas Uros del lago Titicaca, foto: Juan F. Hidalgo,06

3.3.2 Aplicaciones/Arquitectura/Los Uros

Durante la historia, los Uros se han ido mezclando con los indígenas Aymaras, de las orillas del lago y hoy en día esta cultura es la que domina, con su idioma y costumbres en las islas de totora del lago Titicaca.

Los Uros viven principalmente de la pesca y la cacería de aves. En ciertas partes de las Islas, en donde las capas de totora se han descompuesto hasta formar un suelo terroso y húmedo se ha cultivado papas. También les sirve como alimento la base de los tallos de totora, que contiene gran cantidad de agua filtrada por la planta, apta para el consumo humano. Actualmente el turismo es una de sus principales entradas económicas, por la venta de artesanías, paseos en sus balsas, etc. Recientemente una de las islas (Kamisaraki), está adaptada para recibir turistas en cabañas tradicionales de totora.

A pesar de las ventajas que genera el turismo, puede tener ciertos impactos negativos, por lo que debe ser manejado con cuidado y respeto.



f95



f96



f97

ref. txt.

ref. img.

f95. habitante de las islas consumiendo la base de la totora, foto:Juan. F. Hidalgo,06

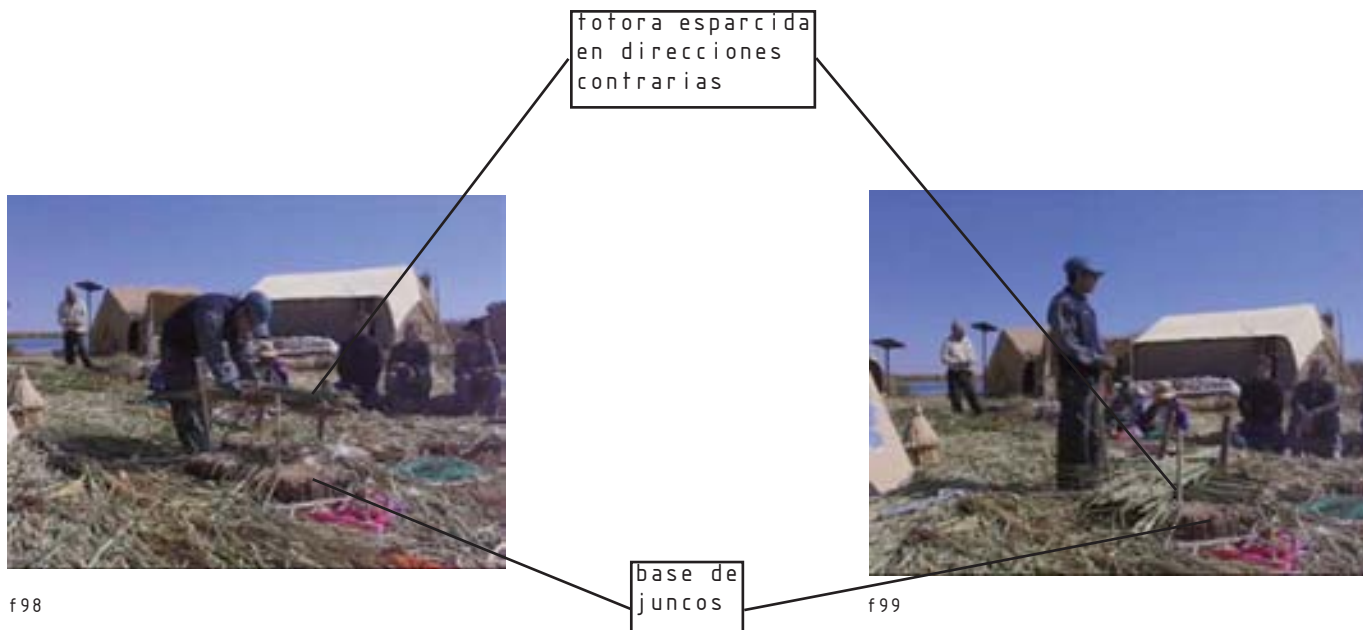
f96. venta de artesanías en las islas, foto:Juan. F. Hidalgo,06

f97. pescados del lago secándose al sol, sobre el piso de la isla, foto:P. Hidalgo,04

3.3.2.1 Aplicaciones/Arquitectura/Los Uros/La Isla

- La isla

Para la construcción de las islas, primero se deben cosechar los juncos o raíces de los totorales, que son como redes de ramas pequeñas entrelazadas entre sí, esto se hace en los meses de lluvia, porque sube el nivel del agua del lago y las raíces se desprenden del suelo por su flotabilidad. Estos juncos son cortados en bloques de dimensiones variables y cerca de un metro de espesor. Se colocan uno junto a otro, entrelazando sus ramas y amarrándolos entre sí, para formar la base flotante de la isla. Luego se tienden los tallos de totora, primero en una dirección y la siguiente capa con los tallos en dirección contraria y así sucesivamente, hasta formar una capa de 80cm aproximadamente de tallos de totora que formarán el piso seco.



ref. txt.

ref. img.

f98. guía turístico explicando la construcción de las islas, foto: Juan. F. Hidalgo, 06
f99. idem.

3.3.2.1 Aplicaciones/Arquitectura/Los Uros/La Isla

La construcción de una isla puede durar de 3 a 8 meses, dependiendo de su tamaño y una vez terminada tiene que irse añadiendo capas de totora cada dos meses, porque las capas inferiores se van descomponiendo y se hunden. Por esto en las cabañas que son realizadas recientemente, se distingue debajo de la misma, una capa de 60cm a 80cm de totora, para no tener que levantarlas cuando se añadan las capas de suelo a la isla. En el caso de las construcciones que ya están al nivel del suelo, éstas deben ser levantadas, un lado a la vez, para ir colocando debajo el material de relleno.



f100



f101



f102

ref. txt.

ref. img.

f100.suelo de la isla, totora de diferentes edades, foto:Juan. F. Hidalgo,06

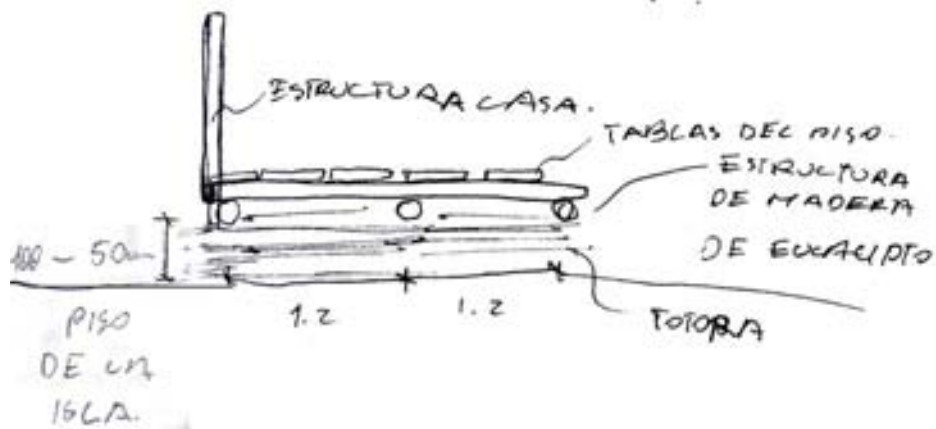
f101.borde de una de las islas, foto:Juan. F. Hidalgo,06

f102.construcción reciente, levantada sobre una capa de totora, foto:Juan. F. Hidalgo,06

3.3.2.1 Aplicaciones/Arquitectura/Los Uros/La Isla

Las construcciones tienen generalmente, estructuras de madera con marcos de base, que permiten ser levantadas para este propósito. Una isla puede durar de 20 a 30 años, según su mantenimiento. El principal problema es la putrefacción de las capas bajas de totora, que debilita el suelo de la isla, la medida ideal es que el agua se mantenga a unos 30cm por debajo del suelo seco de la isla.

Esta humedad constante afecta a los habitantes de las islas que tienen muchos problemas de reumatismo y gripe.



f103



f104

ref. txt.

ref. img.

f103.gráfico de la capa de totora bajo el piso de la casa, graf: Juan F. Hidalgo,06
f104.estructura de una construcción con marcos para poder levantarla, foto:Juan. F. Hidalgo,06

3.3.2.1 Aplicaciones/Arquitectura/Los Uros/La Isla



f105

ref. txt.

ref. img.

f105.capa de totora añadida recientemente a la isla, foto:Juan. F. Hidalgo,06

3.3.2.2 Aplicaciones/Arquitectura/Los Uros/Viviendas

- Las viviendas

Generalmente, en una cabaña vive toda una familia, que tienen de tres a cinco miembros. La dimensión promedio de las cabañas que se visitaron es de 6m x 3m, tienen estructura de tiras de madera de eucalipto o troncos (pingos) de la misma madera, que son traídos desde la ciudad de Puno, cortados de algunos sectores de las orillas del lago o lo que es más común, reutilizados de construcciones anteriores.

La estructura se arma clavando las tiras y troncos entre sí, pero según los habitantes de las islas, antiguamente se resolvía amarrando los elementos con cuerdas hechas de tallos de totora enrollada, que ya casi no se utilizan por la demora de su fabricación.



f106



f107

ref. txt.

ref. img.

f106.interior de una cabaña de estructura de tiras de madera clavadas, foto:Juan. F. Hidalgo,06

f107.detalle de una cabaña con estructura de troncos clavados, foto:Juan. F. Hidalgo,06

3.3.2.2 Aplicaciones/Arquitectura/Los Uros/Viviendas

Una vez que se tiene la estructura, se colocan los "tabiques" de totora, que son mas bien como textiles que envuelven el soporte.

Existen básicamente dos tipos de "tejido" para paneles de recubrimiento, uno tipo telar, que va envolviendo los tallos de totora con cuerdas y uniéndolos entre sí (f108) y el otro, consiste en atravesar los tallos de totora por el medio de su sección para mantenerlos juntos (f109).



f108



f109

ref. txt.

ref. img.

f108. panel grueso de totora tejido con cuerda de nylon, foto:Juan. F. Hidalgo,06

f109. panel de totora tejido con cuerda de nylon, atravesando los tallos de totora, foto: Juan. F. Hidalgo,06

3.3.2.2 Aplicaciones/Arquitectura/Los Uros/Viviendas

Rubén Mamani, uno de los habitantes de la isla Kamisaraki, se encontraba justamente tejiendo un panel que iba a ser utilizado en la cubierta de su vivienda (f110), hecha con estructura de tiras de eucalipto de 4cm x 5cm clavadas y piso de tablas de eucalipto de 15cm x 2cm.

El panel tiene 9m x 2.4m y de 3cm a 5cm de espesor. Para tejerlo primero tiende un plástico sobre el suelo de la isla, para evitar que la totora del piso se mezcle con las del panel, luego, se tensan entre dos troncos de eucalipto 9 sogas de algodón de 3mm de diámetro, una cada 30cm siguiendo el sentido mas largo del panel.



f110



f111

ref. txt.

ref. img.

f110.vivienda de Rubén, en construcción, foto:Juan. F. Hidalgo,06

f111.proceso de tejido del panel para cubierta de la vivienda, foto:Juan. F. Hidalgo,06

3.3.2.2 Aplicaciones/Arquitectura/Los Uros/Viviendas

Sobre estas sogas tensadas se va colocando la totora en sentido perpendicular y con otra soga de algodón, que va por encima de la totora, se van haciendo rollos de 5cm de diámetro y sujetándolos con la soga tensada que va por debajo.

El tejido se realiza de tal forma que cada rollo tenga que apretarse con el siguiente y el anterior para ir formando un solo cuerpo, similar al proceso de construcción de las embarcaciones.



f112



f113



f114

ref. txt.

ref. img.

f112.proceso de tejido, sujetando el grupo de totora,foto:Juan. F. Hidalgo,06
f113.proceso de tejido, apretando el grupo con el anterior, foto:Juan. F. Hidalgo,06
f114.Rubén tejiendo el panel, foto:Juan. F. Hidalgo,06

3.3.2.2 Aplicaciones/Arquitectura/Los Uros/Viviendas

Un tejido de este tipo, es en realidad muy laborioso, sin embargo Rubén Mamani lo termina trabajando el solo en un tiempo de tres días y medio, debido a la práctica que ha adquirido en varios años de práctica.

Concluido el tejido, el panel es rematado con la misma sogá de algodón y se cortan los hilos sobrantes, luego es enrollado para facilitar su transporte.



f115



f116

ref. txt.

ref. img.

f115.últimos amarres y remate del panel, foto:Juan. F. Hidalgo,06

f116.el panel es transportado en forma de rollo,foto:Juan. F. Hidalgo,06

3.3.2.2 Aplicaciones/Arquitectura/Los Uros/Viviendas

La desventaja de la utilización de este tipo de paneles en la cubierta es que, por la forma de su tejido, la sogá atraviesa el panel de un lado a otro y el agua se adhiere a ésta por capilaridad, filtrándose al interior, aunque en poca cantidad, incluso se puede ver el paso de luz en los puntos de cruce de las cuerdas, por esta razón es recomendable que estos paneles se utilicen preferentemente en muros.

Este tipo de paneles, se sujetan con clavos y sogas a la estructura soportante de madera de las viviendas, para formar los muros.



f117

f118

f119

ref. txt.

ref. img.

f117. vista interior de una cubierta con panel de rollos tejidos, foto: Juan. F. Hidalgo, 06

f118. vivienda de Rubén en construcción, foto: Juan. F. Hidalgo, 06

f119. paneles de los muros clavados a la estructura de tiras, foto: Juan. F. Hidalgo, 06

3.3.2.2 Aplicaciones/Arquitectura/Los Uros/Viviendas

La otra técnica para tejer los paneles consiste en pasar la sogá de algodón de 3mm por la mitad de los tallos de totora con ayuda de un punzón metálico o de madera. Este tipo de paneles utilizan mucho menos totora ya que su espesor se limita a una sola fila de tallos (2cm a 4cm). En este caso también se necesita atravesar una sogá cada 30cm aproximadamente y luego son apretadas en los bordes del panel. El remate puede solucionarse con la misma sogá de algodón o cuerdas de totora(f122).



f 120

f 121

f 122

ref. txt.

ref. img.

f120.panel tejido con cuerda de nylon, atravesando los tallos, foto:Juan. F. Hidalgo,06

f121.panel con cuerda atravesada, enrollado, foto:Juan. F. Hidalgo,06

f122.reamte de los bordes con cuerda hecha de totora, foto:Juan. F. Hidalgo,06

3.3.2.2 Aplicaciones/Arquitectura/Los Uros/Viviendas

Este tipo de paneles trabajan mucho mejor en cubiertas, porque la superficie externa no tiene obstáculos y el agua resbala fácilmente, sin embargo por su escaso espesor es necesario colocar mínimo tres capas de estos paneles para garantizar impermeabilidad, pues por el sol y la humedad la fatora del panel exterior se deforma y genera vacíos por donde se filtraría el agua.

La construcción de este tipo de panel es mas laboriosa que la descrita anteriormente, ya que se necesita de precisión para perforar los tallos por la mitad de su sección y si se dañaran en uno de los agujeros, debe reemplazarse todo el tallo. Este tipo de paneles fue el recomendado para utilizarse en la cubierta.



f 123



f 124

ref. txt.

ref. img.

f123.cubierta de una cabaña con tres capas del panel fino, foto:Juan. F. Hidalgo,06
f124.vista de una cabaña con cubierta de panel fino, foto:Juan. F. Hidalgo,06

3.3.2.2 Aplicaciones/Arquitectura/Los Uros/Viviendas

En ambos casos, los paneles son amarrados con cuerdas o clavados a la estructura de cubierta, en el cumbrero, correas y aleros, para evitar que se levanten con los vientos.



f 125



f 126



f 127

ref. txt.

ref. img.

f125. cubierta de una cabaña con panel fino, foto:Juan. F. Hidalgo,06
f126. cubierta en construcción con paneles gruesos, foto:Juan. F. Hidalgo,06
f127. cabaña con cubierta de paneles gruesos, foto:Juan. F. Hidalgo,06

3.3.2.2 Aplicaciones/Arquitectura/Los Uros/Viviendas

La totora en estas construcciones, no recibe ningún tipo de tratamiento para su conservación, con esta consideración se tomaron los datos de los tiempos que duran los paneles en las viviendas. Los que más rápido se deterioran son los que se encuentran en la cubierta, debiendo ser reemplazados luego de dos a cuatro años; en el caso de la cubierta que se construye con tres capas, las dos interiores duran mucho más que la capa exterior.

Los paneles de los muros duran más si están protegidos de la lluvia y de las radiaciones directas del sol, en estas condiciones, ciertos muros pueden durar por 10 años sin ser reemplazados.



f128



f129

ref. txt.

ref. img.

f128. cubierta de una cabaña de 2 años de antigüedad, foto:Juan. F. Hidalgo,06
f129. panel de un año y medio de antigüedad, foto:Juan. F. Hidalgo,06

3.3.2.2 Aplicaciones/Arquitectura/Los Uros/Viviendas

Las propiedades térmicas de la totora son muy buenas, según pude comprobar directamente, al caer la noche, los vientos en el lago Titicaca son bastante fríos y al exterior de la cabaña no se puede estar sin ropas abrigadas, pero al interior, la temperatura es agradable, incluso las paredes no se sienten frías al tacto. Su estructura esponjosa es la da estas propiedades aislantes.

Esta debe ser también una de las razones por las que los Uros siguen utilizando este material desde hace más de 500 años.



f130



f131



f132

ref. txt.

ref. img.

f130.cabaña turística en Kamisaraki-Uros, foto:Juan. F. Hidalgo,06
f131.interior del techo de la cabaña turística, foto:Juan. F. Hidalgo,06
f132.vista nocturna del interior de la cabaña, foto:Juan. F. Hidalgo,06

3.3.2.2 Aplicaciones/Arquitectura/Los Uros/Viviendas

● Las cabañas destinadas para turistas, tienen un proceso de construcción diferente a los que hemos visto. La totora se va tejiendo directamente sobre la estructura, previamente armada, como un telar.

Esta estructura consta de 4 parantes principales ubicados en las esquinas con refuerzos en la mitad de cada lado, a los que se clavan tiras horizontales cada 80cm.



f133



f134



f135



f136

ref. txt.

ref. img.

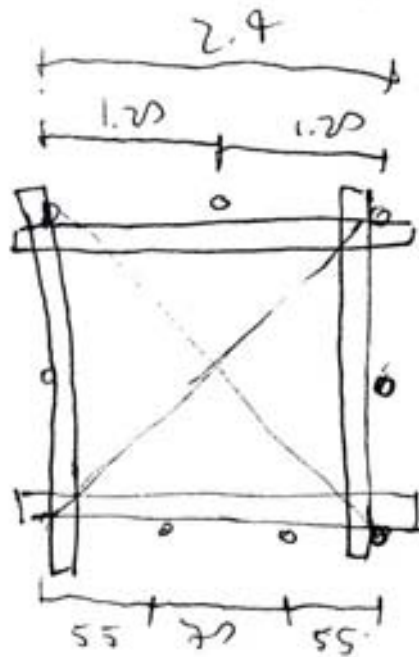
f133.tronco de base de estructura con la totora tejida a el, foto:Juan. F. Hidalgo,06
f134.borde del vano de la puerta, traslape de capas de totora, foto:Juan. F. Hidalgo,06
f135.esquina inferior del vano de la puerta, foto:Juan. F. Hidalgo,06
f136.tejido del panel con la estructura interior, foto:Juan. F. Hidalgo,06

3.3.2.2 Aplicaciones/Arquitectura/Los Uros/Viviendas

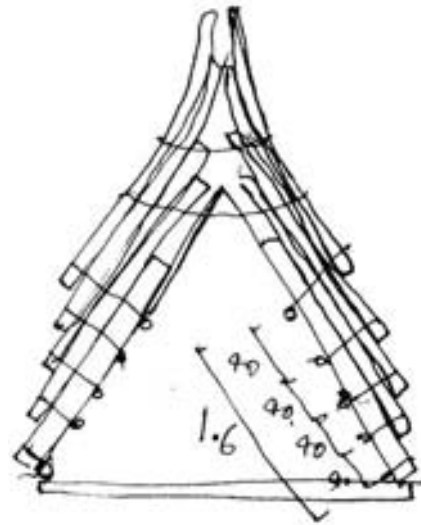
La totora es amarrada a las tiras y a la estructura, de abajo hacia arriba, con una cuerda que la sujeta cada 40cm. aproximadamente.

Las capas de totora se van traslapando y se sujetan de tal manera que, cada una se sostiene por una cuerda que se teje con la capa anterior y con la estructura.

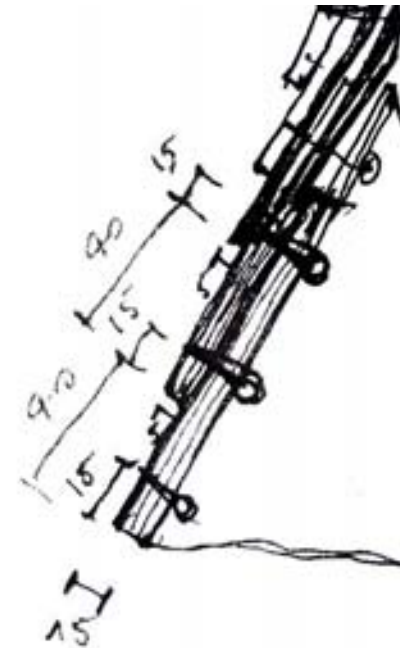
Con este tipo de tejido se consigue una expresión un tanto más rústica, ya que dejan vistas las puntas de los tallos de las capas que se traslapan. La desventaja de este tipo de construcción, es la dificultad que se presenta al momento de reemplazar la totora.



f137



f138



f139

ref. txt.

ref. img.

f137.planta de la cabaña para turistas,graf:Juan. F. Hidalgo,06
f138.corte de la cabaña para turistas,graf:Juan. F. Hidalgo,06
f139.tejido y traslape de capas de totora, graf:Juan. F. Hidalgo,06

3.3.2.2 Aplicaciones/Arquitectura/Los Uros/Viviendas

En los otros casos, las superficies de totora son armadas independientemente de la estructura, si se necesitaría reemplazarla, simplemente se retiran los paneles a cambiar y se colocan los nuevos. En el caso de las cabañas que tienen la totora tejida a la estructura, se deben cortar las cuerdas que sujetan la totora, retirar el material dañado y volver a tejer nuevamente. Debe cuidarse la manera en que el material nuevo se unirá a la parte existente, para no dejar juntas abiertas y cuidar el remate de las cuerdas cortadas.



f140

ref. txt.

ref. img.

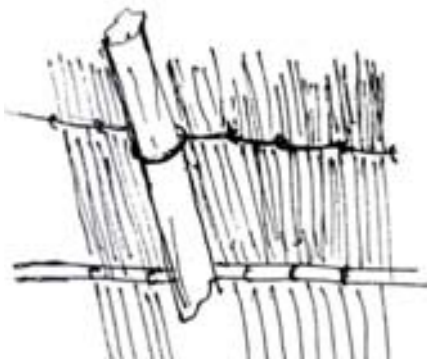
f140.conjunto de cabañas turísticas en la isla Kamisaraki-Uros, foto:Juan. F. Hidalgo,06

3.3.2.2 Aplicaciones/Arquitectura/Los Uros/Viviendas

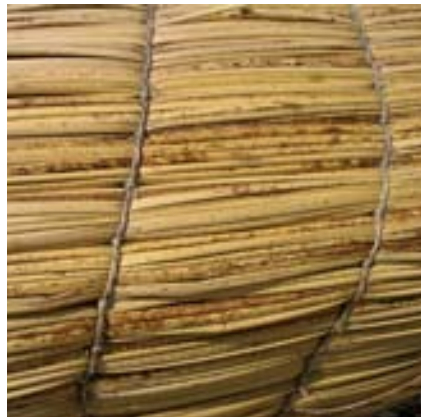
La cuerda que generalmente utilizan ahora es de fibra sintética, que la compran en la ciudad de Puno a la orilla del lago, sin embargo aún se pueden ver fibras de tallos de totora secándose al sol y paneles en los que se ha utilizado la cuerda de totora para su tejido.



f 141



f 142



f 143



f 144

ref. txt.

ref. img.

f141.fibras de tallos de totora secándose, foto:Juan. F. Hidalgo,06
f142.amarrado del revestimiento de totora a una estructura, graf:Juan. F. Hidalgo,06
f143.cuerda de totora en panel de muro, foto:Juan. F. Hidalgo,06
f144.cuerda de totora en paneles de muro y cubierta, foto:Juan. F. Hidalgo,06

3.3.3 Aplicaciones/Arquitectura/Otros Ejemplos

●Aparte de las construcciones de los Uros, existen otros ejemplos de arquitectura en los que también se ha utilizado la totora como material de construcción, como el de la vivienda construída en la Isla Taquiles, a tres horas aguas adentro en el lago Titicaca.

El interés de esta vivienda es principalmente por su antigüedad, la cubierta, hecha de totora, data posiblemente de más de 20 años y como puede ver, las capas interiores de totora aún se conservaban en buen estado.



f 145



f 146



f 147



f 148

ref. txt.

ref. img.

f145. vivienda en la isla Taquiles del lago Titicaca, foto:Juan. F. Hidalgo,06
f146. cara exterior de la cubierta de la vivienda, foto:Juan. F. Hidalgo,06
f147. vista del alero de la vivienda, bien conservado, foto:Juan. F. Hidalgo,06
f148. amarrado de la totora a la estructura de cubierta, foto:Juan. F. Hidalgo,06

3.3.3 Aplicaciones Actuales/Arquitectura/Otros Ejemplos

Otro ejemplo de aplicación de la totora en la construcción, se encontró en la ciudad de Puno, en un restaurante, en donde se la utilizaba como revestimiento de los muros. En este caso, el panel de totora, tejido con hilo, había sido clavado con tachuelas a los muros y estaba recubierto con un barniz brillante.

El panel, según me indicaron, tenía cerca de 10 años y se encontraba en muy buen estado.



f 149



f 150

ref. txt.

ref. img.

f149.interior de un restaurante en Puno-Peru, foto:Juan. F. Hidalgo,06

f150.panel utilizado como revestimiento en el restaurante, foto:Juan. F. Hidalgo,06

3.3 Aplicaciones Actuales/Arquitectura

- La calidad expresiva de la totora y su resistencia a los agentes externos, tomando en cuenta que su aplicación tradicional se da sin ningún tipo de tratamiento, son factores importantes a considerar para proponerlo como un material que puede dar nuevas e interesantes opciones dentro de la construcción.



f151

ref. txt.

ref. img.

f151..cabaña turística de totora en Kamisarakí, foto:Juan. F. Hidalgo,06



4 . P r o p u e s t a

4 . 1 I n t r o d u c c i ó n T e ó r i c a

4 . 2 P r e p a r a c i ó n d e l M a t e r i a l

4 . 3 P r o p u e s t a s

4 . 3 . 1 P r o p u e s t a s / P a n e l e s p a r a C u b i e r t a s

4.3.1.1 Prp.../P Cub.../Cubierta con Prensa

4.3.1.2 Prp.../P Cub.../Cubierta Doblada

4 . 3 . 2 P r o p u e s t a s / P a n e l e s p a r a E x t e r i o r e s

4.3.2.1 Prp.../P Ex.../Totora Prensada

4.3.2.2 Prp.../P Ex.../Rollos

4.3.2.3 Prp.../P Ex.../Pérgola

4.3.2.4 Prp.../P Ex.../Totora Cosida

4 . 3 . 3 P r o p u e s t a s / P a n e l e s p a r a I n t e r i o r e s

4.3.3.1 Prp.../P In.../Tejido en Malla

4.3.3.2 Prp.../P In.../Tipo Gavión

4.3.3.3 Prp.../P In.../Sobe Lienzo

4.3.3.4 Prp.../P In.../Bloques

4.3.3.5 Prp.../P In.../Textura Móvil

4 . 4 D a t o s G e n e r a l e s s o b r e l o s P a n e l e s

4 . 5 C o n c l u s i o n e s

ref. img.

f152.(pg. ant.) paneles de totora sobre lienzo y textura móvil, foto:Juan F. Hidalgo, 06

4.1 Introducción Teórica

● *"fue en primer lugar el deseo de ordenar y de unir, luego el de cubrir y proteger, de delimitar"*¹

A mediados del siglo XIX Gottfried Semper propone teorías alternativas sobre como entender a la arquitectura desde un punto de vista diferente a las teorías classicistas de la época. Uno de los puntos de esta teoría es que Semper llega a "descomponer" el espacio arquitectónico en sus elementos configurativos lógicos y universales, propone de esta manera que la *"... arquitectura... esta hecha con cuatro elementos radicales e irreductibles: el hogar, que es la base moral del asentamiento, las paredes, el suelo y el tejado..."*² en donde el hogar se refiere a la actividad humana que contiene el espacio arquitectónico.

Con esta división, la arquitectura puede ser analizada aislada de los órdenes y cánones del sistema clásico, dando atención a su configuración y la forma en que se realiza cada elemento, las juntas entre estos y el espacio que definen al interior y exterior. Así entonces la arquitectura se forma por los elementos que delimitan el espacio, aislados de las funciones estructurales y de soporte, y la forma en que estos elementos están resueltos en cuanto a su color, textura, materiales, etc. es lo que influye a la expresión del espacio contenido entre estos.³

Creo que el aporte más significativo de Semper fue el de remontarse a los orígenes básicos de la arquitectura para poder simplificarla, de tal manera que los principios establecidos tengan un carácter universal. Hablando en el sentido solamente configurativo: "piso, techo y cerramiento", estos elementos tienen su propia autonomía y ciertos espacios pueden definirse con la utilización parcial de estos o por separado, como en el caso de plazas, patios amurallados o espacios abiertos bajo cubierta. Es importante entonces el estudio de la forma en que cada uno de estos elementos es resuelto en cuanto a su materialidad, valores expresivos, etc. pues esto es lo que influencia directamente al valor del espacio que delimitan.

Con las nuevas opciones técnicas aplicadas a la construcción, y desarrolladas con más énfasis desde el siglo XIX, surgieron un sinnúmero de posibilidades para solucionar los límites del espacio arquitectónico. Se crearon las fachadas flotantes y los muros cortina, desvinculados de los esfuerzos de soporte, que fueron absorbidos por la estructura. Ahora es común el uso de tabiquería interior tipo mamparas, para dividir espacios, planchas de revestimiento para crear nuevas lecturas en los ambientes, etc. El estudio y la experimentación sobre calidades y expresiones en los espacios arquitectónicos, es un proceso inagotable, por lo que he considerado importante desarrollar esta investigación, en la que trabajando con un tipo de material, he llegado a proponer nuevas texturas superficiales.

ref. txt.

1. RYKWERT Joseph , Al Principio eran la Guirnalda y el Nudo, Arqvitectvras BIS, nov 1975, Barcelona, Arqvitectvras, p14.

2. Idem, p14

3. FANELLI Giovanni /GARGIANI Roberto , El origen textil de la pared y el principio del revestimiento desde Gottfried Semper, Akal Arquitectura, 1999, Madrid, pg6.

ref. img.

4.1 Introducción Teórica

Otro de los puntos interesantes de las teorías de Semper es que, así como en el análisis del espacio arquitectónico, recurrió a los orígenes y arquetipos de las técnicas constructivas de los hombres primitivos. Consideró la acción de "unir" troncos para crear una estructura o fibras para formar textiles, que determinarían los límites del espacio arquitectónico primitivo.

*"Para Semper, una guirnalda es el primer objeto textil. Lo que llevo a los primeros hombres a unir fragmentos de material, materiales cuyas características fueran elasticidad, ductilidad, tenacidad, fue en primer lugar el deseo de ordenar y de unir y en segundo el de cubrir y proteger, de delimitar... La fibra lleva al hilo y al cordel, hilo y cordel sugieren nudos. El nudo es quizás el símbolo técnico mas antiguo y la expresión de las primeras ideas cosmogónicas que surgieron entre los pueblos."*¹

Me viene a la memoria los Uros, pueblo tenaz, de gran capacidad e inteligencia, que llegó a edificar todo su entorno a partir de una simple fibra que le proporcionaba la naturaleza, la totora. Provistos de este único material y en un contexto muy exigente, construyeron mediante entrelazar y superponer los tallos vegetales, balsas flotantes sobre las que erigen sus viviendas. Uniendo la totora a manera de tejido con cuerdas, forman grandes "láminas textiles" que vienen a ser los muros de las viviendas, los que envuelven a una estructura muy liviana de madera de eucalipto. Luego la cubierta, que es otra lámina tejida de totora, es sujeta a la estructura mediante cuerdas y clavos.

El espacio interior de sus viviendas y los exteriores sobre las islas, están formados por un solo material que se "entrelaza" para crear elementos que al "unirse", conforman los límites de sus espacios habitables, con un valor y expresión particulares. Todas sus construcciones se resuelven con un mismo tipo de tallos de 3.5m de largo y 2.5cm de diámetro promedio, que son unidos entre sí, creando superficies bidimensionales que envuelven los espacios habitables y los protegen de las condiciones exteriores.

ref. txt.

1. Op cit. RYKWERT Joseph , Al Principio eran la Guirnalda y el Nudo, Arqvitctvras BIS, nov 1975, Barcelona, Arqvitctvras, p14.

ref. img.

4.1 Introducción Teórica

En las propuestas constructivas desarrolladas, se pretende aprovechar principalmente el valor expresivo de la totora como material de construcción y además combinarlo con otros materiales, para conseguir resultados interesantes y favorables. Se ha considerado importante proponer sistemas que puedan ser construidos más eficientemente que los artesanales, pues si bien éstos tienen un gran valor por su proceso de producción, por este mismo motivo suben sus costos. La mayoría de los procesos propuestos pueden ser mecanizados para optimizar su producción pero, siempre que ganamos algo se sacrifica algo más, entonces nos queda escoger, según lo que se necesite en cada caso.

Las propuestas se dividen en grupos diferenciados por su funcionalidad y en cierta forma las exigencias a las que se somete el material: cubierta, paneles interiores y paneles exteriores, siendo las funciones más exigentes las que suponen un contacto directo con los agentes externos. La forma de utilizar el material en estos casos, deberá cumplir un mayor número de condiciones, lo que limita en cierta forma las posibilidades expresivas. En tabiquería interior, sin embargo, se puede trabajar en una gran variedad de opciones con menos condicionantes, consiguiendo una mayor cantidad de posibilidades expresivas.



f 153

ref. txt.

ref. img.

f153. totora humedecida, foto:Juan F. Hidalgo, 06

4.2 Preparación del Material

● En la mayoría de paneles se trabajó con totora inmunizada en una solución preparada según las proporciones mencionadas en el método 3 del título 2.3.4, y con un tiempo de inmersión de 5 min. Por la cantidad de material a inmunizar, resultaba más eficiente inmunizarlo por inmersión en vez de rociado.

Los paneles que no se trabajaron con totora inmunizada pertenecen a las propuestas para tabiquería y divisiones de interiores.



f154



f155

ref. txt.

ref. img.

f154. tallos de totora naturales, foto:Juan F. Hidalgo, 06

f155. tallos de totora en la solución inmunizante, foto:Juan F. Hidalgo, 06

4.3.1 Propuestas/Paneles para Cubiertas

- Las cubiertas hechas con tallos de totora y en general la mayoría de cubiertas de fibras vegetales, tienen un comportamiento similar en cuanto a su impermeabilidad.

El agua golpea la cara externa de la superficie, luego se adhiere a las fibras por capilaridad y baja según la pendiente de la cubierta. El agua no recorre el panel solamente por su superficie externa, sino entra entre las fibras y viaja también por el centro del panel. Si la longitud, en el sentido de la pendiente, fuese muy larga, el agua terminaría por pasar al otro lado en la parte baja del panel, por esto se debe trabajar con varios paneles traslapados. La longitud de los módulos dependerá de su espesor, en este caso se trabajó con paneles de 5cm de espesor aproximadamente y módulos de 1m de longitud en el sentido de las fibras.

Cumpliendo esta condición, las cubiertas pueden ser resueltas de varias maneras, pero para las propuestas, se decidió trabajar con métodos que puedan optimizar su construcción y montaje.

La utilización de prensas para sujetar los tallos resuelve de manera rápida el proceso constructivo de los módulos y facilita a su vez los sistemas de montaje sobre una estructura existente. Las opciones de materiales a utilizarse son extensas, éstos pueden escogerse según la expresión requerida o exigencias en cada caso.

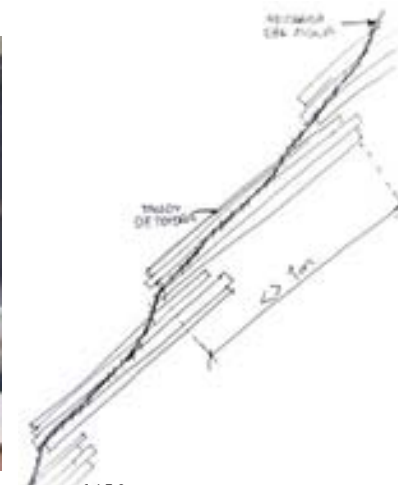
Para las muestras se trabajó de la siguiente manera:



f 156



f 157



f 158

ref. txt.

ref. img.

f156. prueba de impermeabilidad de panel de totora prensada , foto:Juan F. Hidalgo, 06

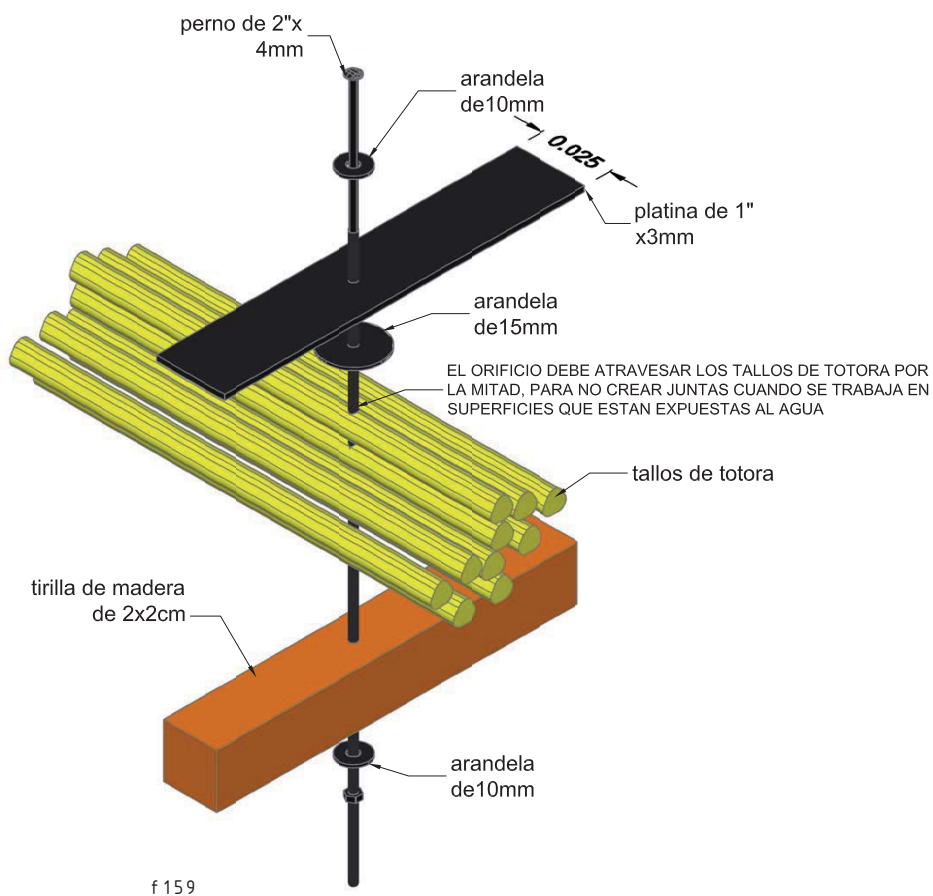
f157. salida del agua por el extremo del panel, foto:Juan F. Hidalgo, 06

f158. gráfico del recorrido del agua en cubiertas de totora, graf:Juan F. Hidalgo, 06

4.3.1.1 Propuestas/Paneles para Cubiertas/Totora Prensada

● Los tallos son cortados en 1m de longitud, luego se prensan en uno de los extremos con dos elementos, que se aprietan entre sí mediante tornillos, (1 c/ 90cm. aprox)

Para evitar que los tallos se separen y generen una grieta en los puntos donde se coloca el tornillo, éste debe atravesar los tallos por el centro de su sección. Las prensas y tornillos pueden variar de dimensiones y materiales.

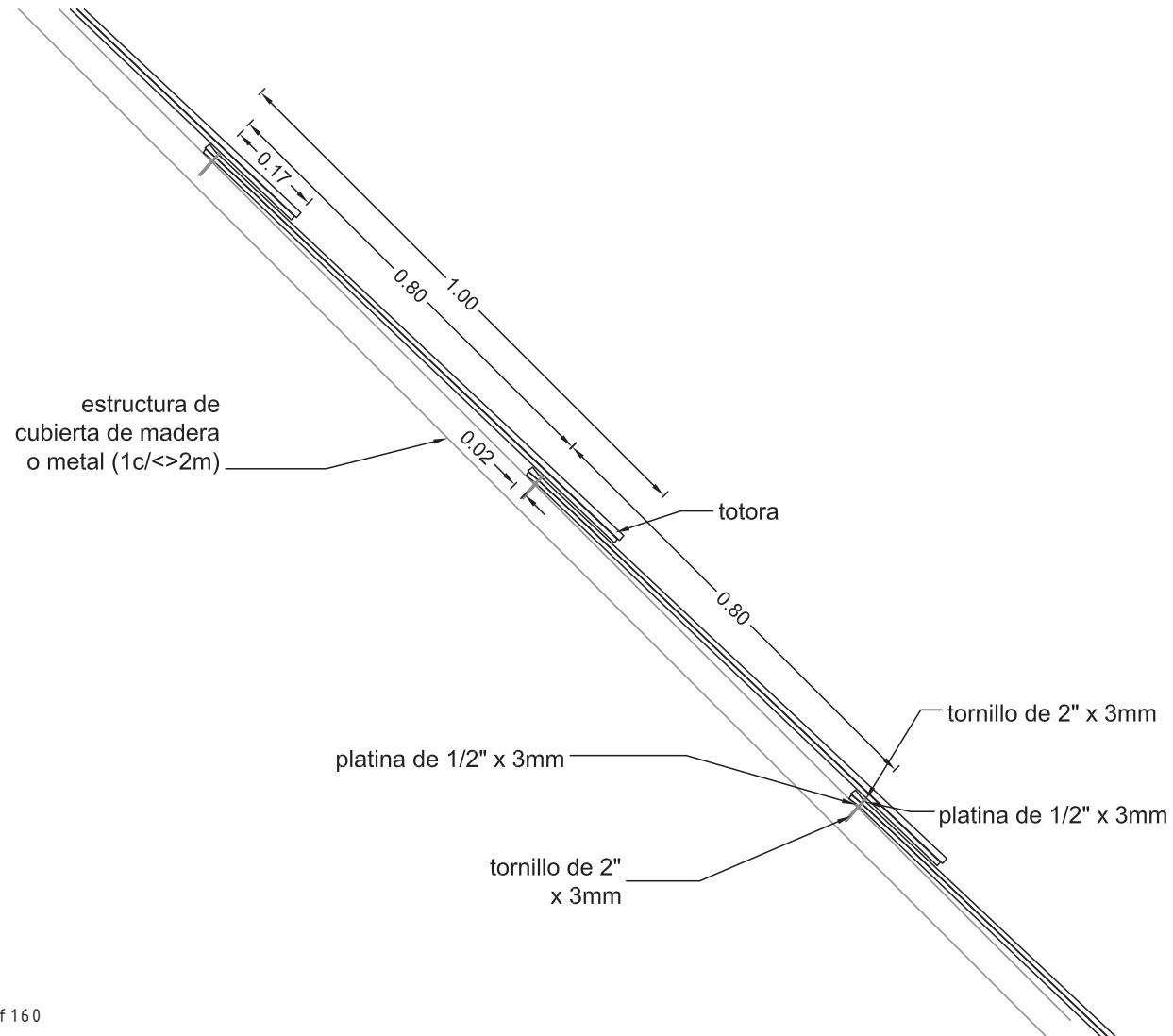


ref. txt.

ref. img.

f159. detalle de la colocación de los pernos en los paneles prensados, graf: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.1.1 Propuestas/Paneles para Cubiertas/Totora Prensada



f 160

ref. txt.

ref. img.

f160. detalle del montaje de la cubierta con totora prensada, graf. Juan F. Hidalgo, 06

4.3.1.1 Propuestas/Paneles para Cubiertas/Totora Prensada



f 161



f 162



f 163



f 164

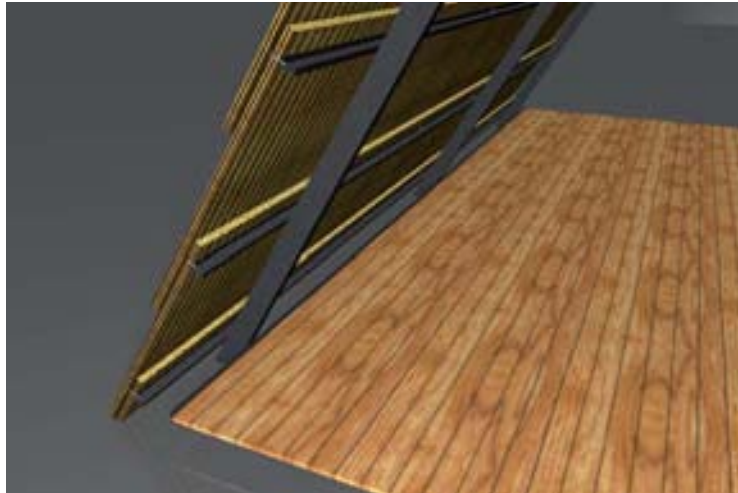
ref. txt.

ref. img.

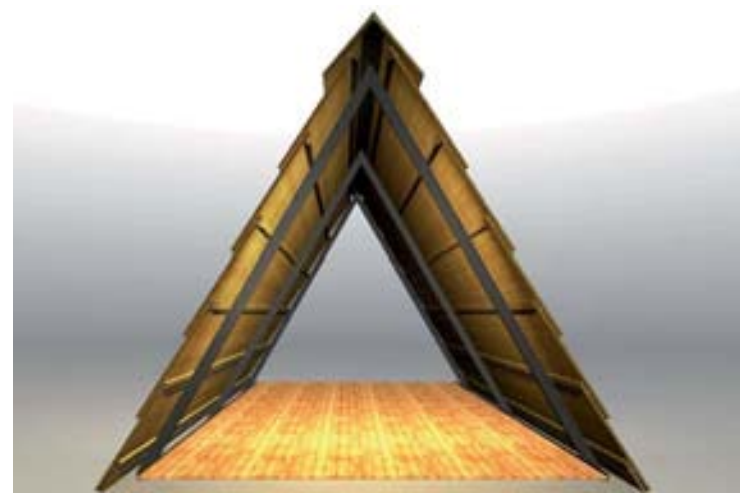
f161. panel de totora prensada, foto:Juan F. Hidalgo, 06
f162. prensa metálica con tornillo de 2" x 3mm, foto:Juan F. Hidalgo, 06
f163. vista inferior de panel recibiendo agua, foto:Juan F. Hidalgo, 06
f164. vista lateral del panel recibiendo agua, foto:Juan F. Hidalgo, 06

4.3.1.1 Propuestas/Paneles para Cubiertas/Totora Prensada

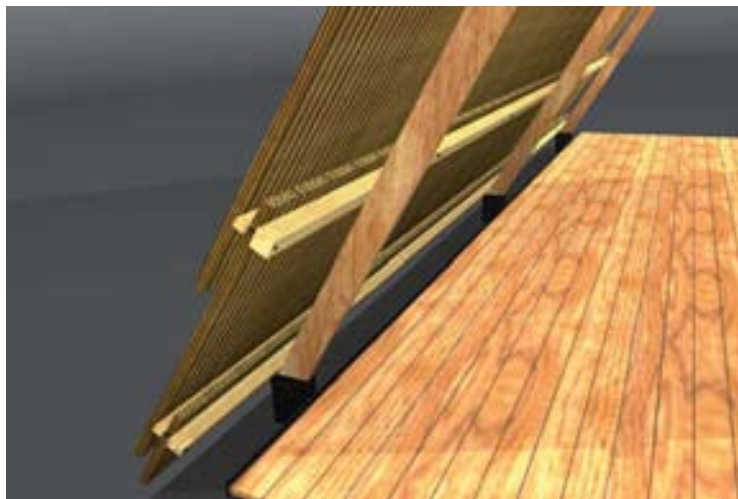
Se realizaron los estudios del montaje sobre una estructura metálica y de madera.



f 165



f 166



f 167



f 168

ref. txt.

ref. img.

f165. detalle del montaje del panel sobre una estructura metálica, graf.Juan F. Hidalgo, 06
f166. ejemplo de una cubierta con estructura metálica, graf.Juan F. Hidalgo, 06
f167. detalle del montaje del panel sobre una estructura de madera, graf.Juan F. Hidalgo, 06
f168. ejemplo de una cubierta con estructura de madera, graf.Juan F. Hidalgo, 06

4.3.1.1 Propuestas/Paneles para Cubiertas/Tofora Prensada

Los módulos pueden tener otra prensa en el extremo, para evitar que se levanten los fallos en caso de que se aplique esta tecnología en zonas con mucho viento.



f169



f170



f171

ref. txt.

ref. img.

f169. utilización de otra prensa en el extremo del panel, foto:Juan F. Hidalgo, 06
f170. comportamiento de la prensa en el extremo, frente al agua, foto:Juan F. Hidalgo, 06
f171. panel con prensa en los dos extremos, foto:Juan F. Hidalgo, 06

4.3.1.1 Propuestas/Paneles para Cubiertas/Totora Prensada



f 172

ref. txt.

ref. img.

f172. fotomontaje de una cubierta con estructura metálica, utilizando el panel de totora prensada, graf:Juan F. Hidalgo, 06

4.3.1.2 Propuestas/Paneles para Cubiertas/Totora Doblada

●Este sistema trabaja también con prensas, en este ejemplo, de madera, pero aquí los tallos son doblados y luego prensados. Se consigue un panel de mayor espesor y la expresión hacia el interior es también diferente.

Los sitios en donde van los tornillos se resuelven de la misma manera que en panel anterior.



f173



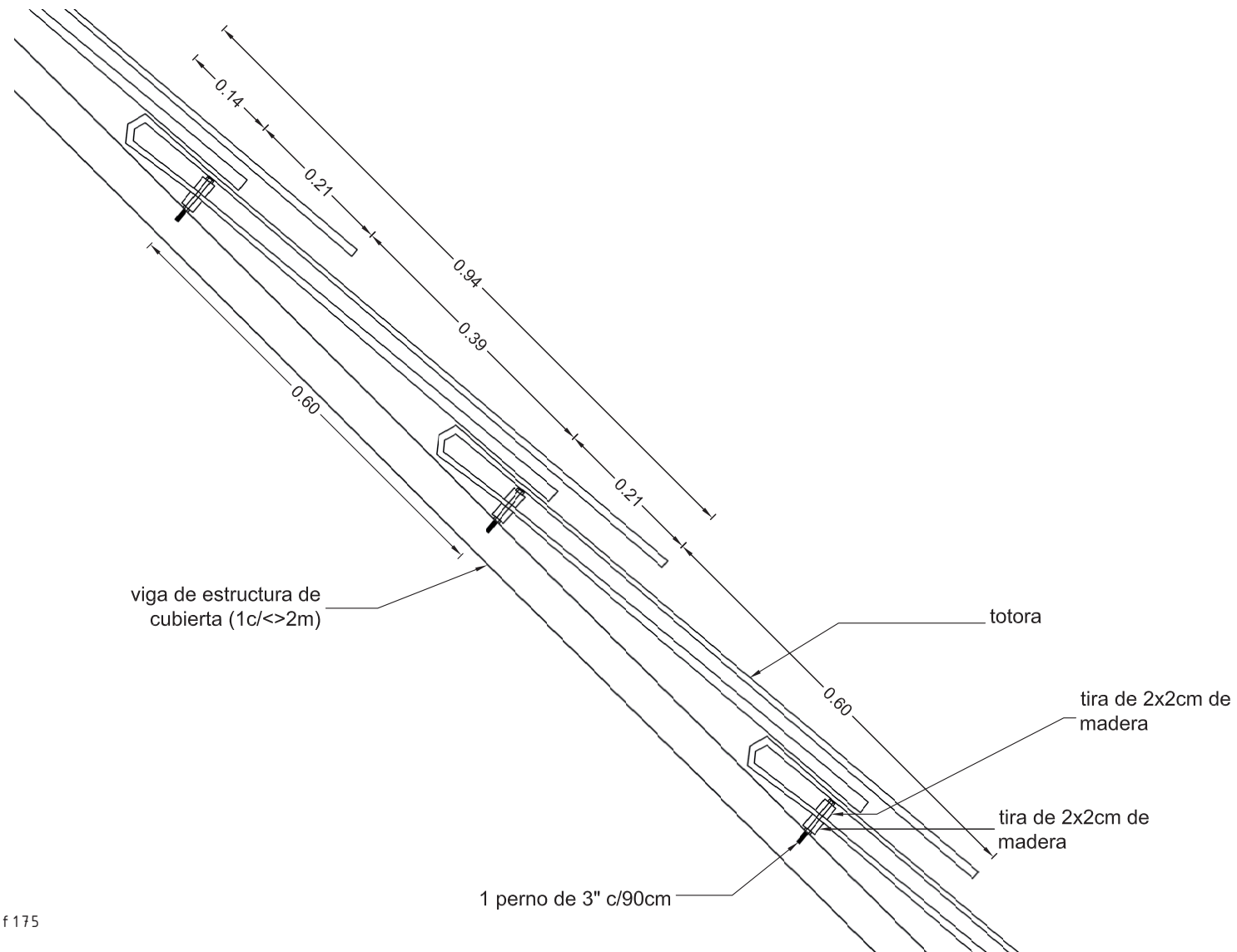
f174

ref. txt.

ref. img.

f173. panel de totora doblada y prensada para cubierta, foto:Juan F. Hidalgo, 06
f174. detalle de prensa y dobléz, foto:Juan F. Hidalgo, 06

4.3.1.2 Propuestas/Paneles para Cubiertas/Totora Doblada



ref. txt.

ref. img.

f175. gráfico del montaje de los paneles de totora doblada para cubierta, foto: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.1.2 Propuestas/Paneles para Cubiertas/Tofora Doblada

Para esta muestra se colocaron los módulos con sus traslapes sobre dos ángulos metálicos, simulando una estructura existente.



f176



f177

ref. txt.

ref. img.

f176. vista lateral de una sección de cubierta armada, foto:Juan F. Hidalgo, 06
f177. vista que se tendría al interior de la cubierta, foto:Juan F. Hidalgo, 06

4.3.1.2 Propuestas/Paneles para Cubiertas/Totora Doblada

El comportamiento frente al agua es igual que en el caso anterior, debiendo también trabajarse con módulos traslapados.



f 178



f 179

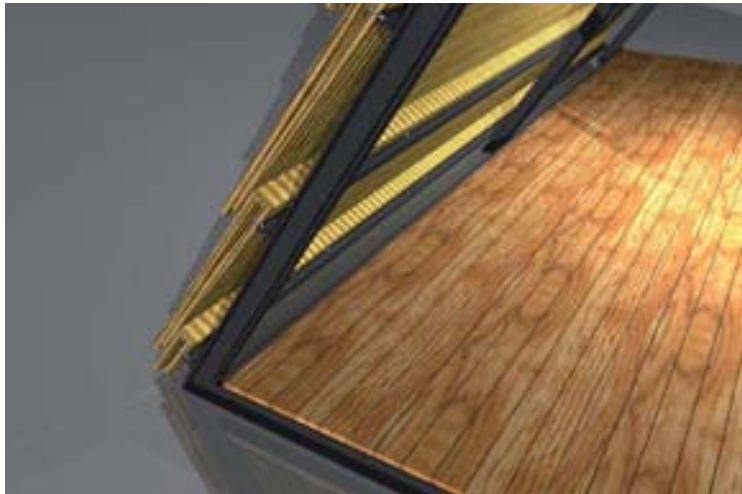
ref. txt.

ref. img.

f178. comportamiento de la cubierta de totora doblada frente al agua, foto:Juan F. Hidalgo, 06
f179. idem.

4.3.1.2 Propuestas/Paneles para Cubiertas/Tofora Doblada

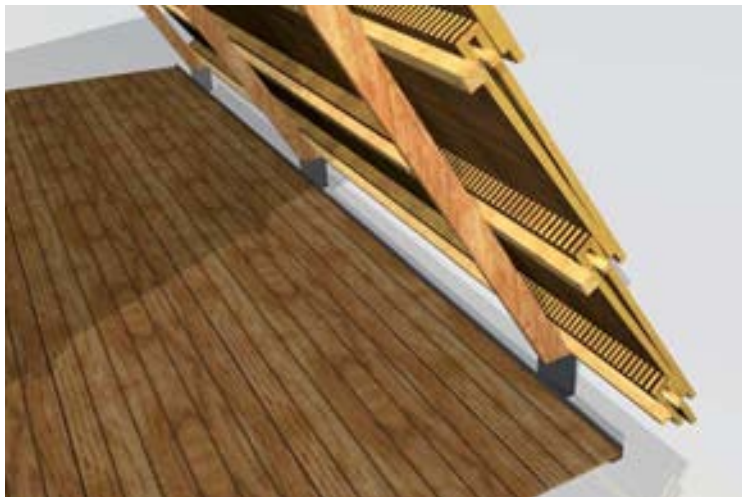
Se realizaron los estudios del montaje sobre una estructura metálica y de madera.



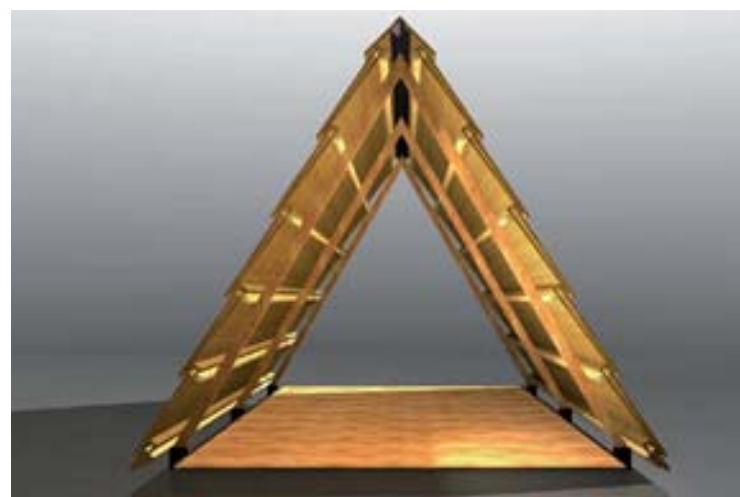
f180



f181



f182



f183

ref. txt.

ref. img.

f180. detalle del montaje del panel sobre una estructura metálica, graf:Juan F. Hidalgo, 06
f181. ejemplo de una cubierta con estructura metálica, graf:Juan F. Hidalgo, 06
f182. detalle del montaje del panel sobre una estructura de madera, graf:Juan F. Hidalgo, 06
f183. ejemplo de una cubierta con estructura de madera, graf:Juan F. Hidalgo, 06

4.3.1.2 Propuestas/Paneles para Cubiertas/Totora Doblada



f184

ref. txt.

ref. img.

f184. imagen de una cubierta con estructura metálica, utilizando el panel de totora doblada, graf. Juan F. Hidalgo, 06

4.3.1 Propuestas/Paneles para Cubiertas

Las cubiertas propuestas resisten bien al agua, se probó con chorros a presiones fuertes y con pendientes entre el 60% y 120% no se observaron gotas de agua al interior de los módulos, sin embargo, al bajar la pendiente hasta un 30%, se empieza a notar la entrada de gotas de agua, pero en poca cantidad.

Se recomienda trabajar con pendientes mayores al 50% para mejores resultados.

El problema de utilizar la totora en la cubierta, es el deterioro que ocasiona el agua y el sol, esto se controla en parte, con la utilización de barniz, como vimos en la sección 2.4.2 del documento.

No se podría establecer todavía un tiempo de duración de las cubiertas tratadas con barnices, pero en todo caso, sería mayor a los tres años, el que aumentará en relación a la calidad de los productos utilizados.

Las ventajas de estos paneles son: su bajo peso, lo que facilita la construcción y aliviana la estructura; y su bajo costo que estaría entre \$3 o \$4 /m², variando según el material que se utilice en las prensas y tornillos.



f185

ref. txt.



f186

ref. img.

f185. interior del panel con el 40% de pendiente, recibiendo agua, foto:Juan F. Hidalgo, 06

f186. cubierta de totora doblada que ha estado a la intemperie por 6 meses, foto:Juan F. Hidalgo, 06

4.3.2 Propuestas/Paneles para Exteriores



f187

ref. txt.

ref. img.

f187. pérgola de totora con prensa, foto:Juan F. Hidalgo, 06

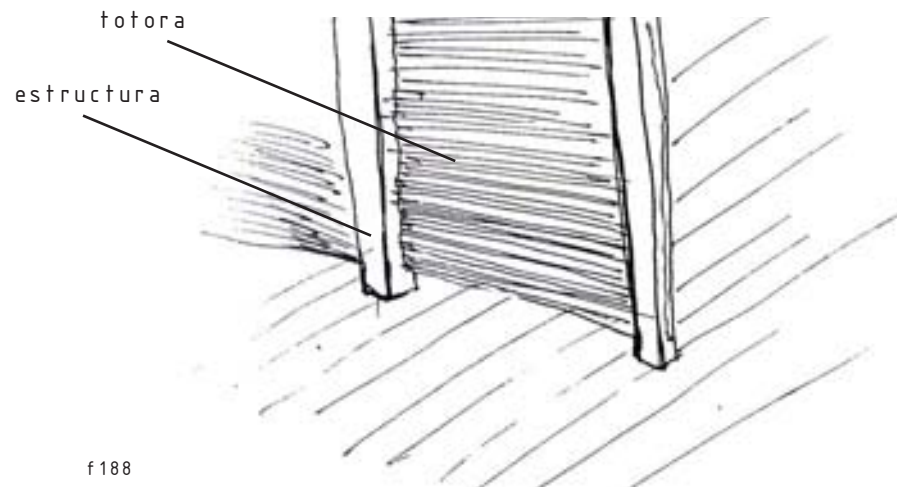
4.3.2 Propuestas/Paneles para Exteriores

● Este tipo de paneles están diseñados para funcionar como muros exteriores, pérgolas, cerramientos, etc. En este caso, no se requiere de una impermeabilidad total, como en las cubiertas.

Lo que se debe tener cuidado en este tipo de elementos, es que los extremos de los tallos, no queden expuestos a la humedad, pues por su estructura esponjosa, puede absorber agua, produciendo la descomposición del material.

Para su impermeabilización es conveniente el empleo de barniz, pero en menos cantidad que en las cubiertas, ya que al estar en posición vertical, el agua no tendría un contacto tan directo y sería desalojada rápidamente, a excepción de los paneles propuestos como pérgolas exteriores.

En el caso de los muros, éstos deberán estar separados del suelo, a menos que no tengan contacto con la humedad en las bases.



f188

ref. txt.

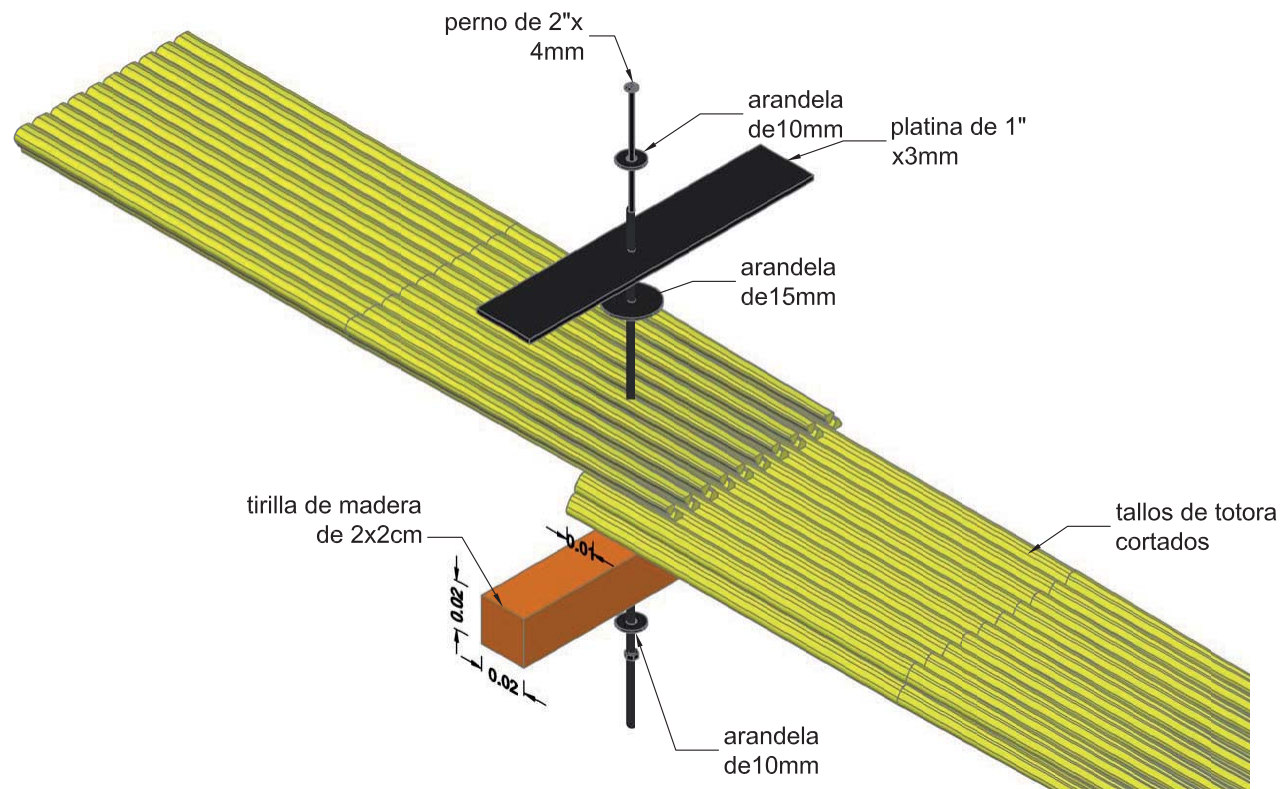
ref. img.

f188. gráfico de la separación recomendada de los paneles respecto al piso, graf. Juan F. Hidalgo, 06

4.3.2.1 Propuestas/Paneles para Exteriores/T. Prensada

● El método más rápido para formar superficies con tallos de totora es el prensado, que consiste en presionar los tallos entre dos elementos sujetos con tuercas y tornillos. La dimensión entre las prensas y los pernos depende de la rigidez que se requiera, como promedio se puede utilizar una prensa cada 90cm con pernos cada 60cm, éstas dimensiones varían según la rigidez de las prensas utilizadas. En los tornillos intermedios del panel, se atraviesa los tallos por la mitad de su sección, igual a la solución aplicada en paneles de cubiertas.

Puede trabajarse con módulos separados que, según la longitud útil de la totora, podrían tener hasta 3m en el sentido de los tallos y en el otro, dependería de la dimensión de la prensa utilizada, el peso del panel, etc. También puede trabajarse como una sola superficie, traslapando los tallos entre las prensas, sin dejar juntas.



f 189

ref. txt.

ref. img.

f189. gráfico del traslape de los tallos de totora entre las prensas, graf. Juan F. Hidalgo, 06

4.3.2.1 Propuestas/Paneles para Exteriores/T. Prensada



f 190



f 191



f 192



f 193

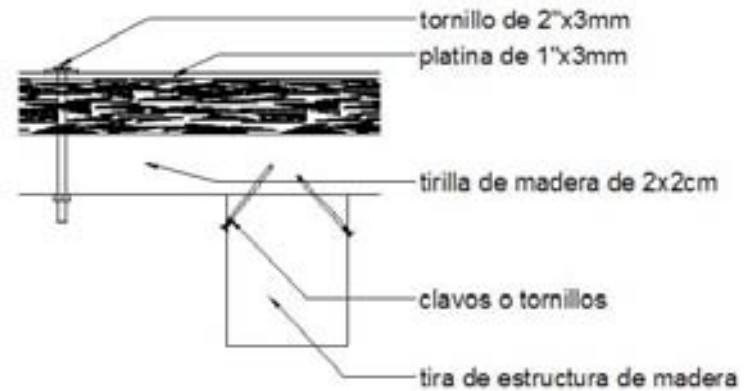
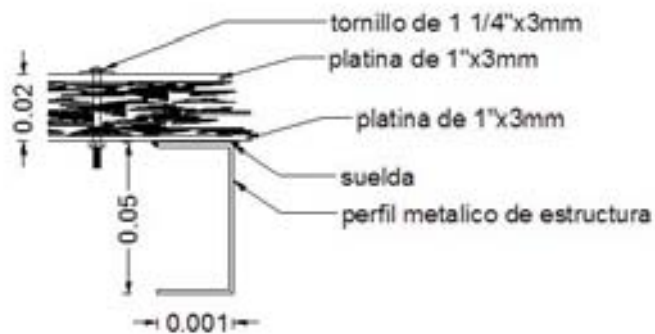
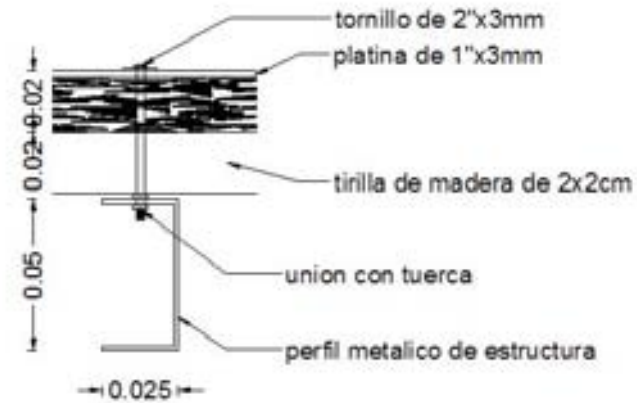
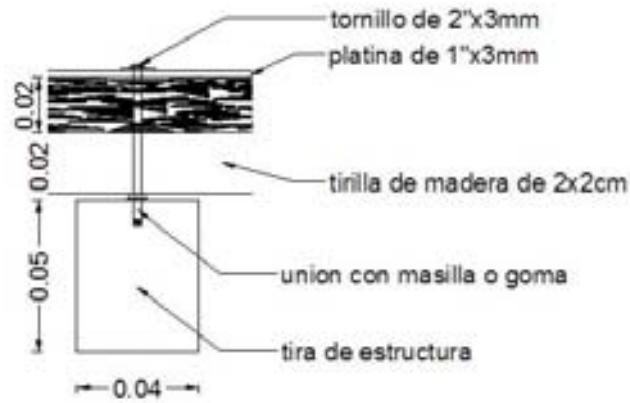
ref. txt.

ref. img.

f190. panel de totora prensada con platinas metálicas, foto:Juan F. Hidalgo, 06
f191. detalle de la colocación del tornillo, para no generar juntas, foto:Juan F. Hidalgo, 06
f192. panel de totora prensada con tirillas de madera, foto:Juan F. Hidalgo, 06
f193. idem.

4.3.2.1 Propuestas/Paneles para Exteriores/T. Prensada

Soluciones técnicas a los paneles con prensas.



f194

ref. txt.

ref. img.

f194. gráficos de las opciones de materiales que se utilizan en paneles prensados, graf. Juan F. Hidalgo, 06

4.3.2.1 Propuestas/Paneles para Exteriores/T. Prensada



f195

ref. txt.

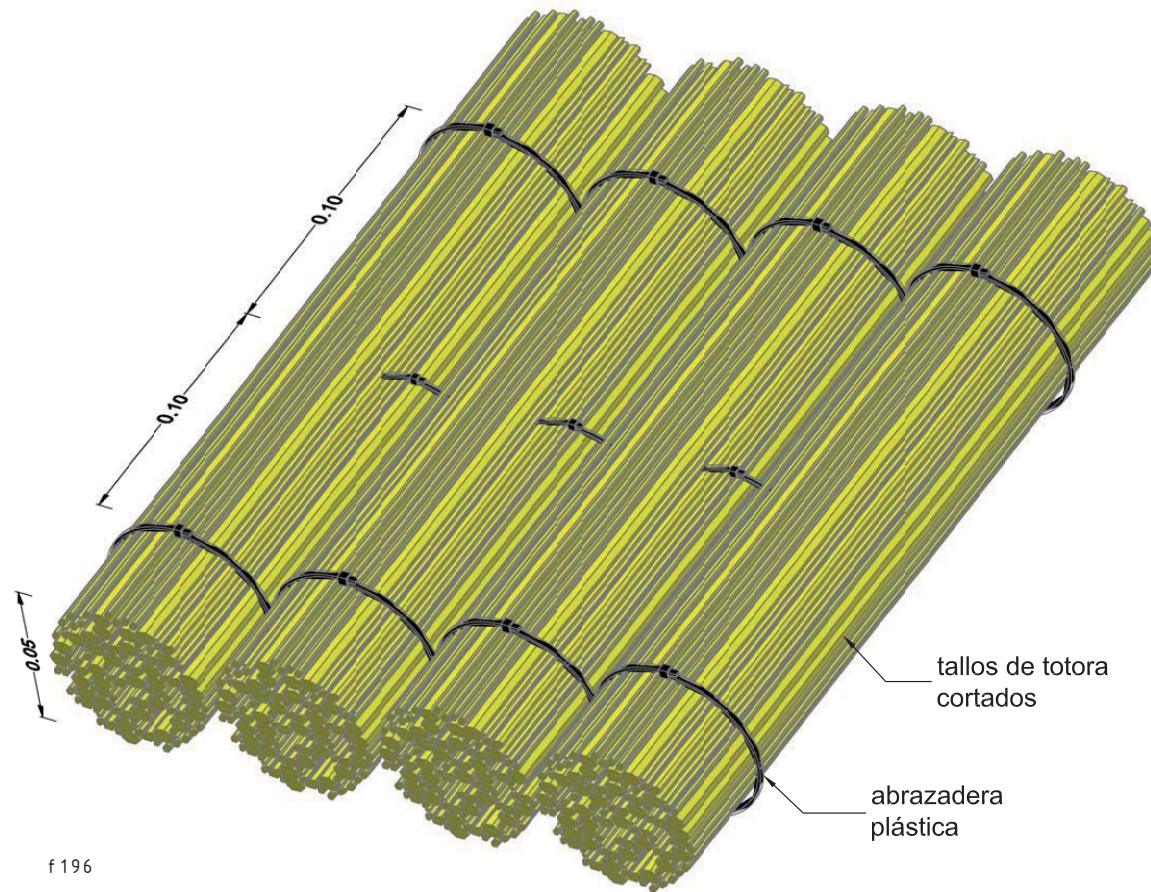
ref. img.

f195. imagen de los paneles prensados sobre una estructura de madera, graf: Juan F. Hidalgo,06

4.3.2.2 Propuestas/Paneles para Exteriores/Rollos

● En este ejemplo se ha trabajado formando rollos de totora, sujetos mediante abrazaderas plásticas. Los rollos se unen entre ellos mediante otra abrazadera, que se coloca entre las que arman los rollos. De esta manera se forma una superficie flexible en una dirección.

Por la elasticidad de los rollos, el panel puede ser estirado para conseguir una textura con llenos y vacíos, que puede utilizarse como un muro permeable a la luz, viento, etc.



f196

ref. txt.

ref. img.

f196. gráfico del armado del panel con rollos de totora, graf:Juan F. Hidalgo, 06

4.3.2.2 Propuestas/Paneles para Exteriores/Rollos

Los rollos pueden tener una longitud indefinida si los tallos de totora se colocan en grupos entrelazados, como vimos en el proceso de elaboración de embarcaciones, uno tras otro para formar un rollo continuo.

En este ejemplo se utilizaron prensas plásticas por varias razones: aceleran el proceso de elaboración de los rollos, su resistencia a la intemperie y como propuesta de combinación de materiales.



f197

f198

f199

ref. txt.

ref. img.

f197. panel de rollos de totora con abrazaderas plásticas, foto:Juan F. Hidalgo, 06

f198. idem

f199. detalle de la colocación de las abrazaderas, foto:Juan F. Hidalgo, 06

4.3.2.2 Propuestas/Paneles para Exteriores/Rollos



f200



f201

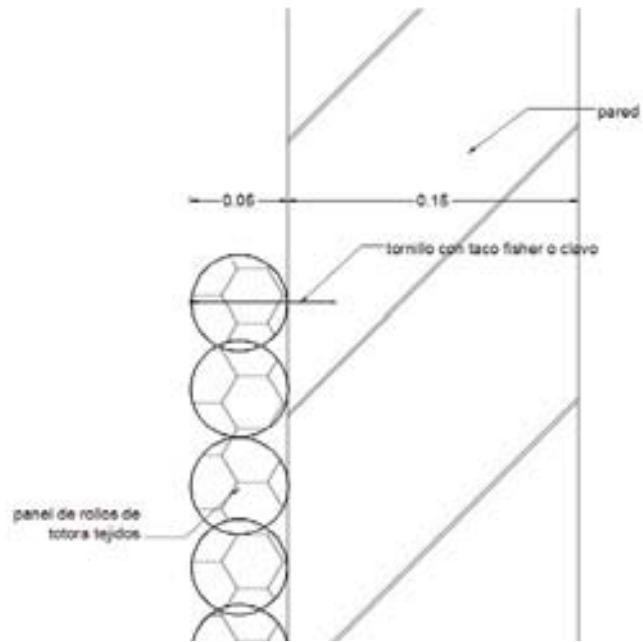
ref. txt.

ref. img.

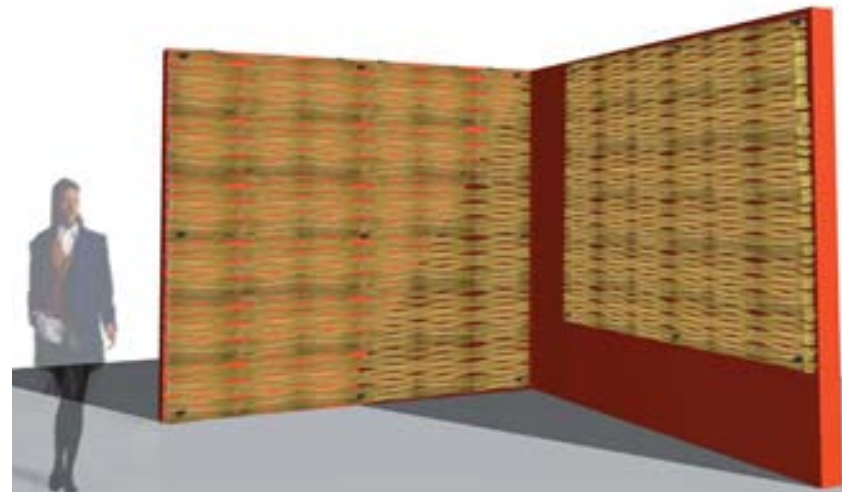
f200. estudio de luz y sombra sobre el panel de rollos de tatora, foto:Juan F. Hidalgo, 06
f201. idem.

4.3.2.2 Propuestas/Paneles para Exteriores/Rollos

Este panel se puede colocar colgado de una estructura, de manera que su propio peso genere los vacíos en su textura o como revestimiento, sujeto por clavos o tornillos a un muro existente.



f202



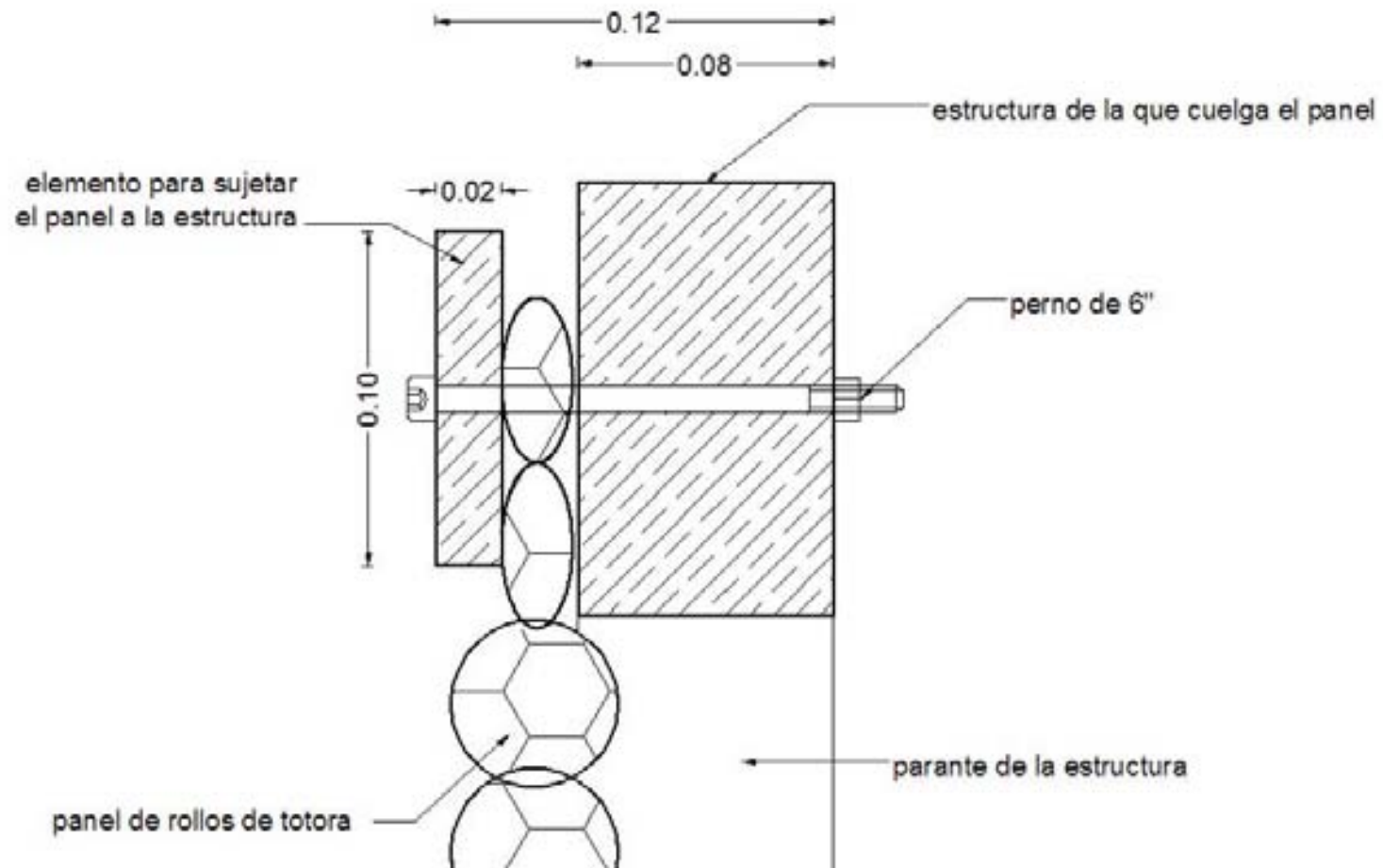
f203

ref. txt.

ref. img.

f202. gráfico de la opción de montaje sobre un muro existente, graf: Juan F. Hidalgo, 06
f203. imagen de la utilización del panel sobre un muro existente, graf: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.2.2 Propuestas/Paneles para Exteriores/Rollos



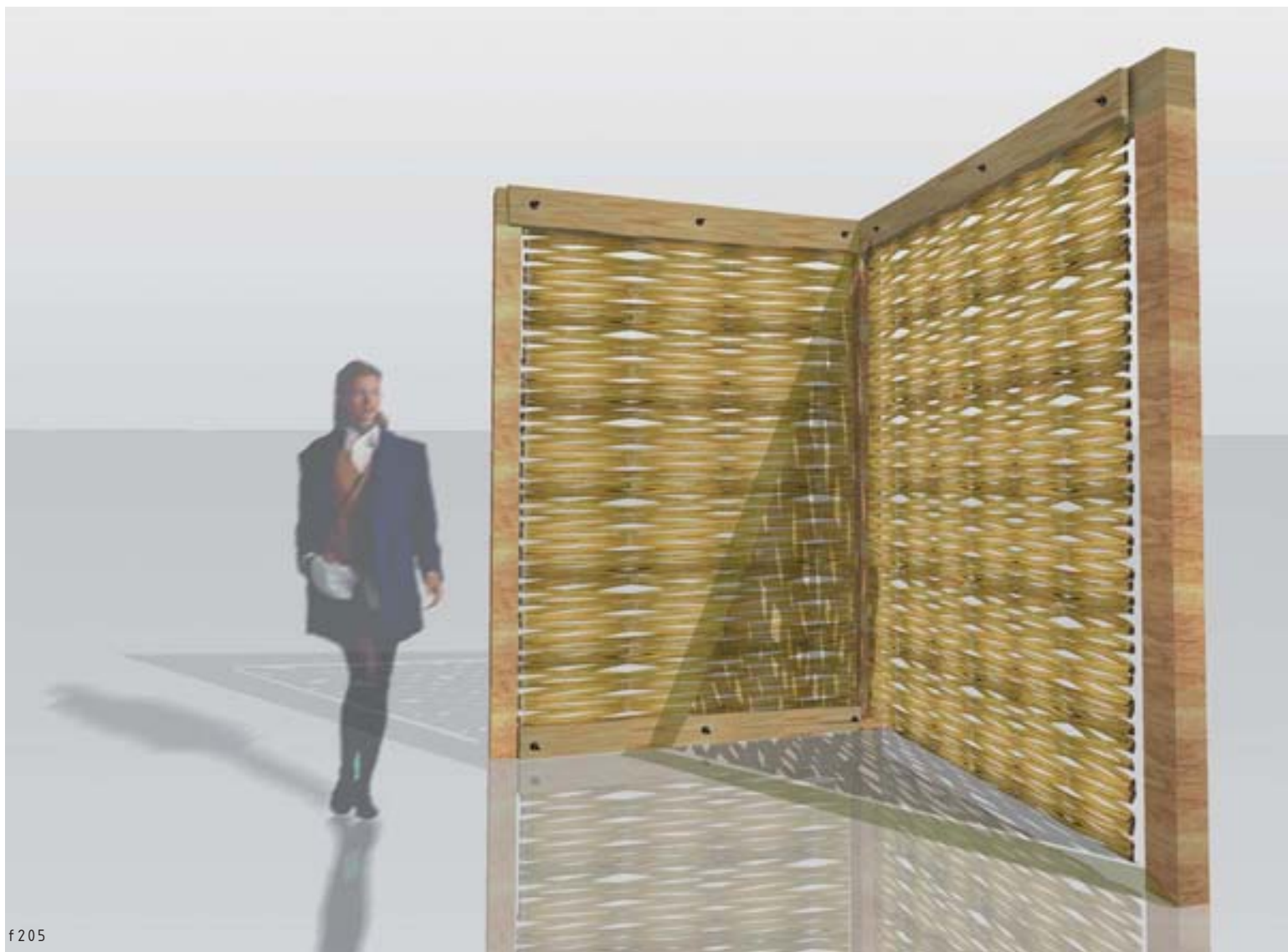
f204

ref. txt.

ref. img.

f204. gráfico de el panel de rollos, sostenido por una prensa en su extremo.graf:Juan F. Hidalgo, 06

4.3.2.2 Propuestas/Paneles para Exteriores/Rollos



ref. txt.

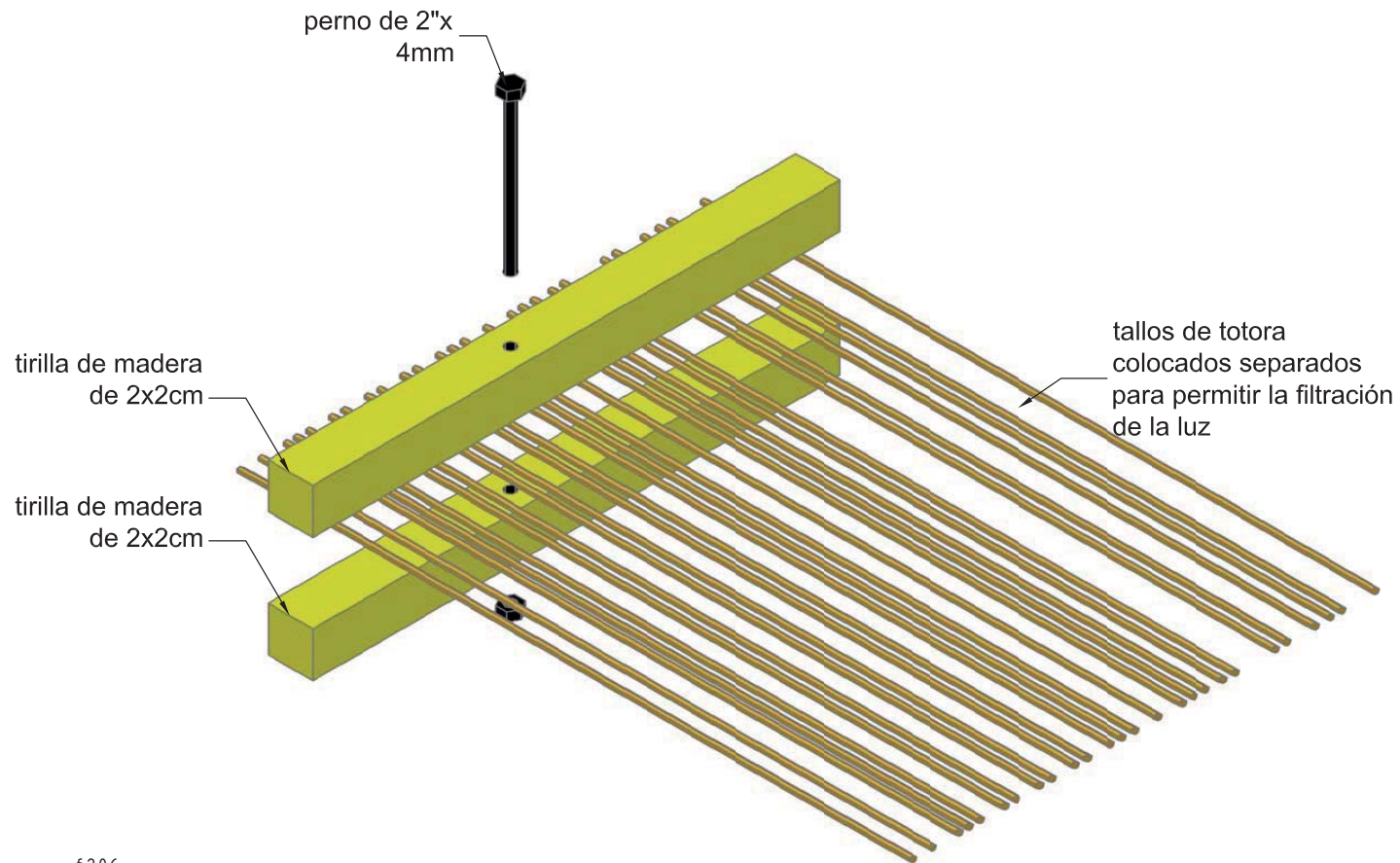
ref. img.

f205. imagen del panel de rollos sostenido por sus extremos a una estructura de madera, graf: Juan F. Hidalgo,06

4.3.2.3 Propuestas/Paneles para Exteriores/Pérgola

● Se trabaja igual que en el panel prensado pero con menor cantidad de tallos de totora, de manera que dejen muchos espacios vacíos entre ellos. La sombra que se genera resulta interesante.

Si se utiliza en exteriores es recomendable usar un barniz de buena calidad, pues en posición horizontal, como generalmente se colocaría este panel, la totora absorbe humedad y la conserva por más tiempo.



f206

ref. txt.

ref. img.

f206. gráfico del armado de una pérgola de totora con prensa de madera, graf. Juan F. Hidalgo, 06

4.3.2.3 Propuestas/Paneles para Exteriores/Pérgola



f207



f208



f209



f210

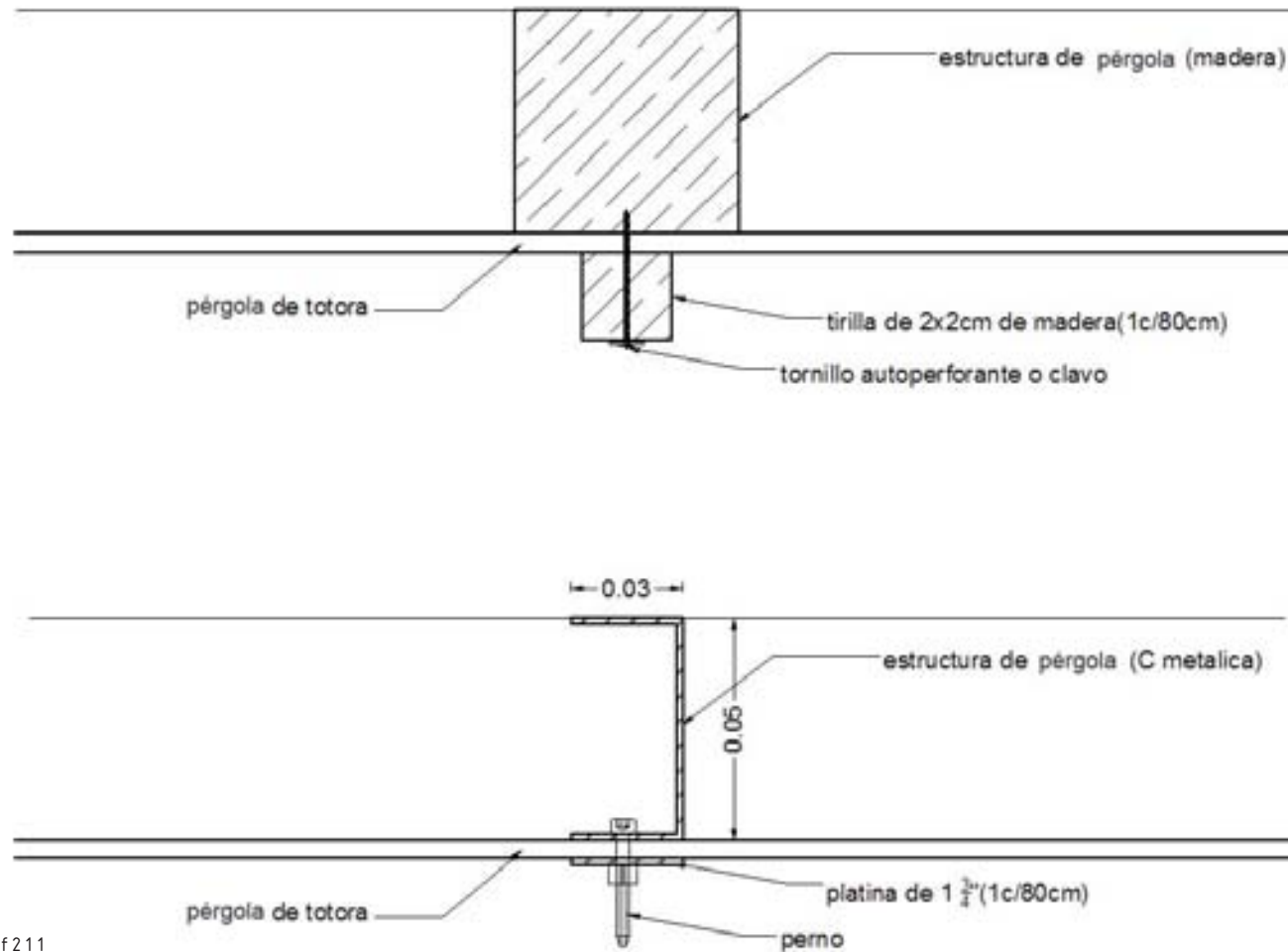
ref. txt.

ref. img.

f207. detalle de la prensa de madera para panel pérgola, foto: Juan F. Hidalgo, 06
f208. pérgola de totora, foto: Juan F. Hidalgo, 06
f209. estudio de luz y sombra sobre el panel pérgola, foto: Juan F. Hidalgo, 06
f210. idem.

4.3.2.3 Propuestas/Paneles para Exteriores/Pérgola

Puede utilizarse distintos sistemas de montaje dependiendo de la estructura y prensas que se apliquen.



f211

ref. txt.

ref. img.

f211. opciones de montaje de la pérgola, en diferentes estructuras, graf: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.2.3 Propuestas/Paneles para Exteriores/Pérgola



ref. txt.

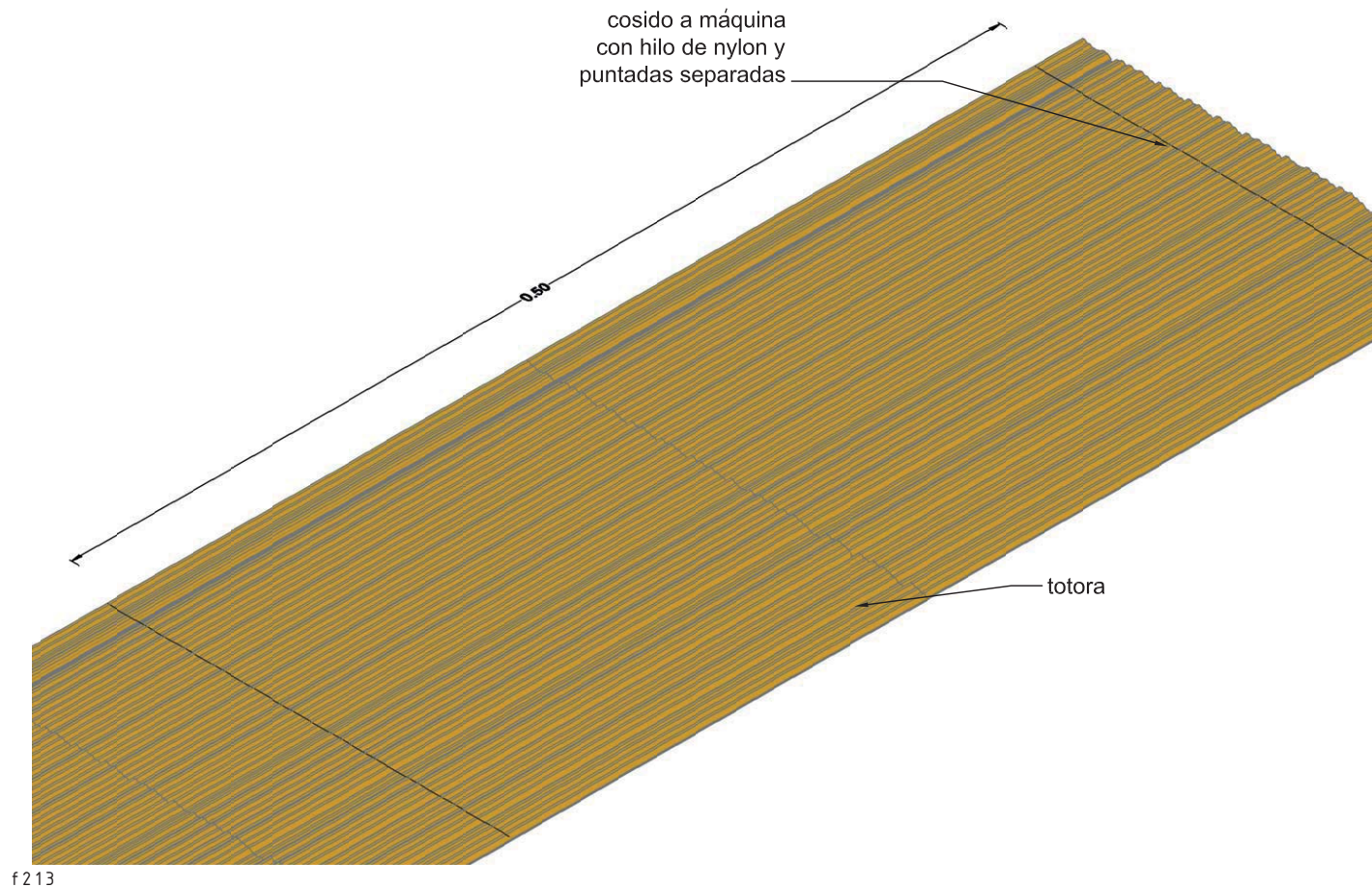
ref. img.

f212. imagen del la pérgola de titora sobre una estructura de madera,graf: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.2.4 Propuestas/Paneles para Exteriores/Cosido

● Para esta prueba, los tallos de totora fueron ordenados en un panel prensado de 1cm de espesor. Una vez humedecido el panel, se lo pasa por una máquina de coser industrial, el cosido se hace con la puntada más separada posible para no debilitar los tallos, luego se retiran las prensas.

La dimensión entre las líneas de costura puede ser variable, según la resistencia y expresión necesarias.



ref. txt.

ref. img.

f213. gráfico del panel de totora cosida, graf: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.2.4 Propuestas/Paneles para Exteriores/Cosido



f214



f215



f216



f217

ref. txt.

ref. img.

f214. totora prensada y humedecida, antes de coserse, foto: Juan F. Hidalgo, 06

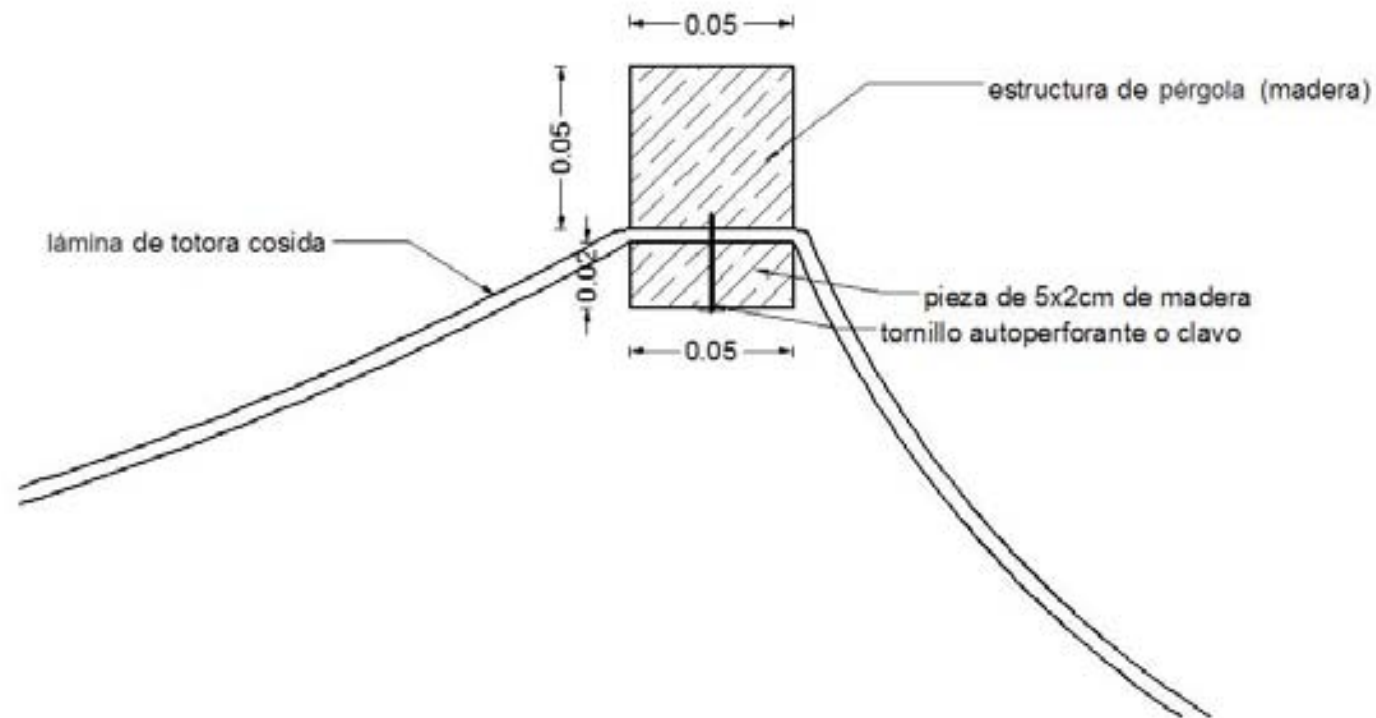
f215. detalle del cosido del panel, foto: Juan F. Hidalgo, 06

f216. estudio de luz y sombra del panel cosido, foto: Juan F. Hidalgo, 06

f217. idem.

4.3.2.4 Propuestas/Paneles para Exteriores/Cosido

Este panel puede tener múltiples usos dentro de una construcción, en este caso se lo ha propuesto como un toldo colgante, sujeto a una estructura de madera.



f218

ref. txt.

ref. img.

f218. montaje del panel cosido sobre una estructura,graf: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.2.4 Propuestas/Paneles para Exteriores/Cosido



f219

ref. txt.

ref. img.

f219. imagen del panel cosido colgado de una estructura de madera, graf. Juan F. Hidalgo, 06

4.3.3 Propuestas/Paneles para Interiores



f220

ref. txt.

ref. img.

f220. panel de totora sobre lienzo, foto: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.3 Propuestas/Paneles para Interiores

●La arquitectura es el espacio utilizable y habitable, no son los muros, es lo que los muros generan, lo que las superficies limitan. Este espacio está íntimamente ligado a los elementos que lo conforman y depende de ellos, de su color, forma, espesor, transparencia, textura, etc.

Dentro de las propuestas de elementos constructivos para interiores, existe una mayor libertad en la forma de utilizar y mostrar el material, pues las condicionantes que en los otros casos, determinan ciertas formas de utilización del material dentro de un elemento constructivo, en esta categoría no son tan exigentes.

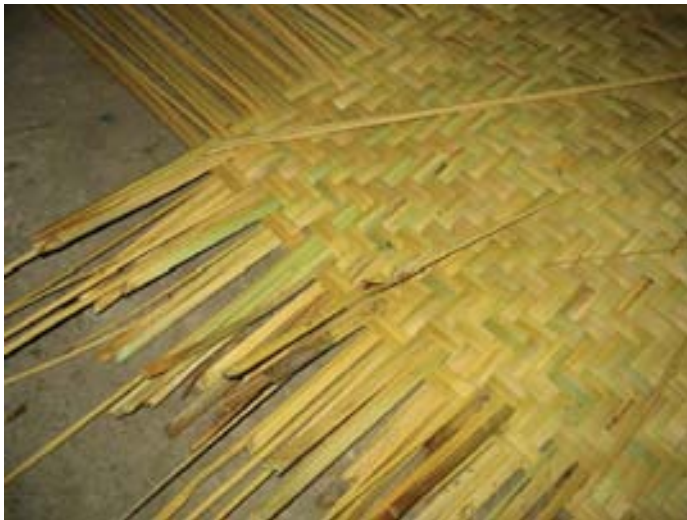
En este grupo de propuestas, se pueden ver ciertos elementos que buscan la optimización de su construcción, mediante el empleo de diferentes productos y materiales, procesos mecanizados, etc. mientras que otros tienen, por la expresión que se quiere conseguir, un proceso de construcción aún artesanal, que se traduciría en mayores costos al momento de su producción.

4.3.3.1 Propuestas/Paneles para Interiores/Tejido

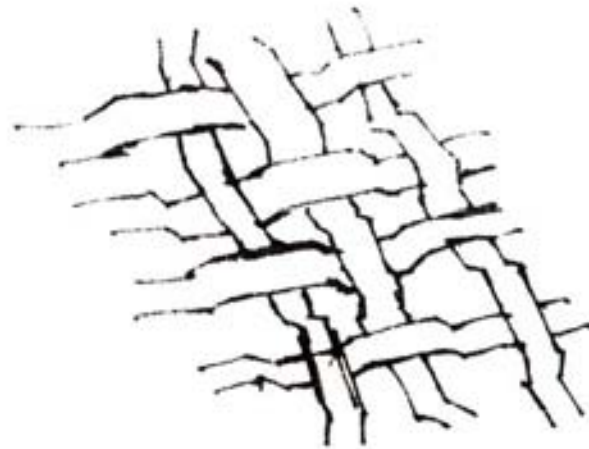
● En este panel se trabajó simulando el tejido de una estera, pero ampliado, como en una visión microscópica, se buscó aumentar los espacios vacíos, resaltar las intersecciones de las fibras y combinar nuevos materiales con la totora.

Sobre una malla electrosoldada galvanizada de 5x5cm x 3mm, se colocaron tacos de madera de canelo, cortados precisamente para que calcen, con algo de presión, entre los hierros de la malla, los tacos se colocan en donde serían las intersecciones del tejido.

La totora, previamente humedecida para evitar que se quiebre, se teje en grupos de 5 fallos, entre la malla y los tacos de madera, luego es tensada y aprisionada en los marcos del panel con prensas que permiten aflojarse para volver a tensar si fuese necesario.



f221



f222

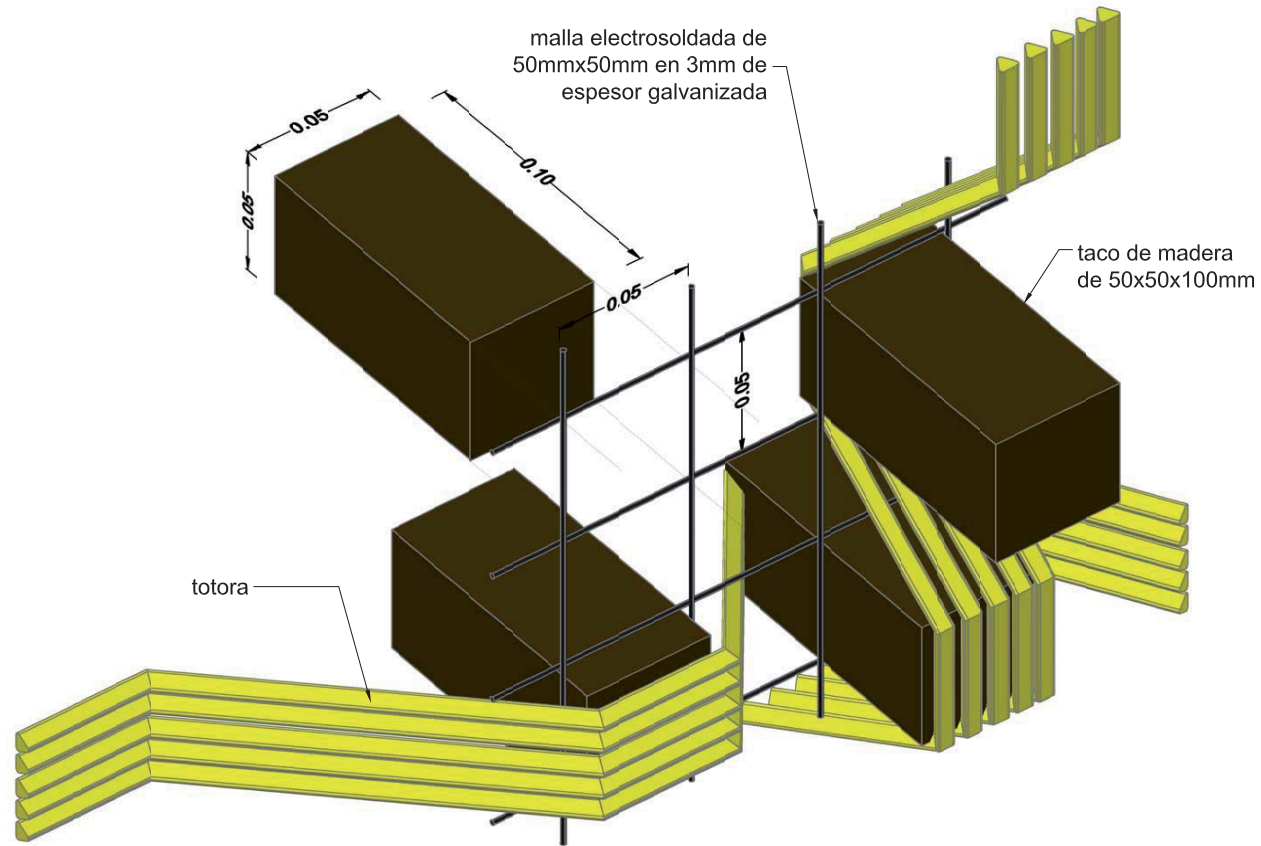
ref. txt.

ref. img.

f221. estera sin terminar, Paccha-Ecuador, foto: Juan F. Hidalgo, 06

f222. esquema del cruce de las fibras de una estera, graf: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.3.1 Propuestas/Paneles para Interiores/Tejido



f223

ref. txt.

ref. img.

f223. armado del panel tejido de totora, con tacos de madera y malla, graf: Juan F. Hidalgo, 06

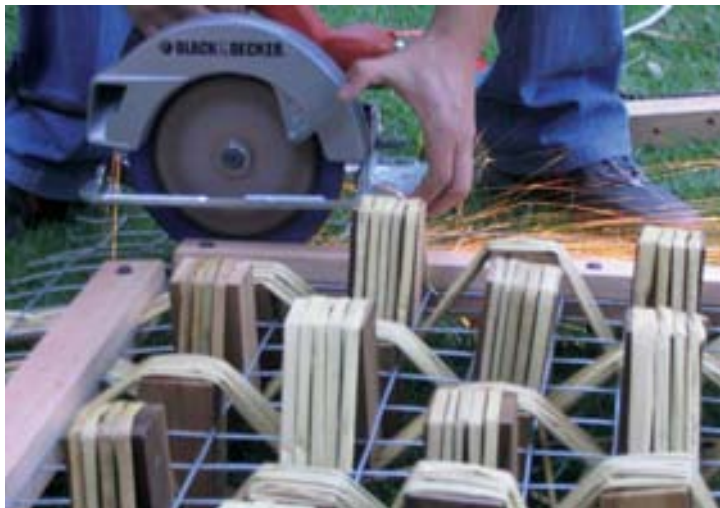
4.3.3.1 Propuestas/Paneles para Interiores/Tejido



f224



f225



f226



f227

ref. txt.

ref. img.

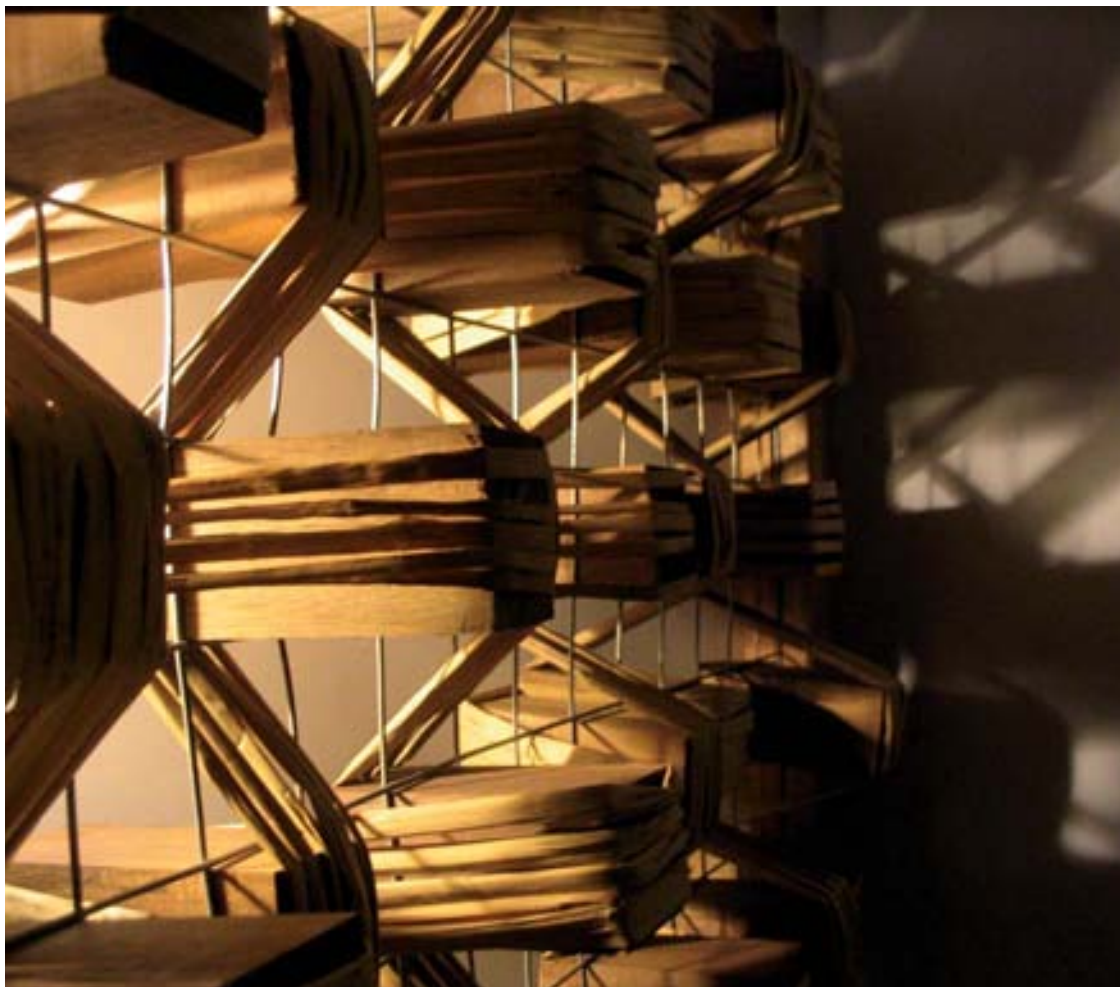
f224. tacos metidos en la malla a presión, foto: Juan F. Hidalgo, 06

f225. panel tejido sin cortar la malla, foto: Juan F. Hidalgo, 06

f226. corte de la malla y tallos sobrantes, foto: L.M. Cordero, 06

f227. estudio de luz y sombra sobre el panel tejido, foto: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.3.1 Propuestas/Paneles para Interiores/Tejido



f228



f229

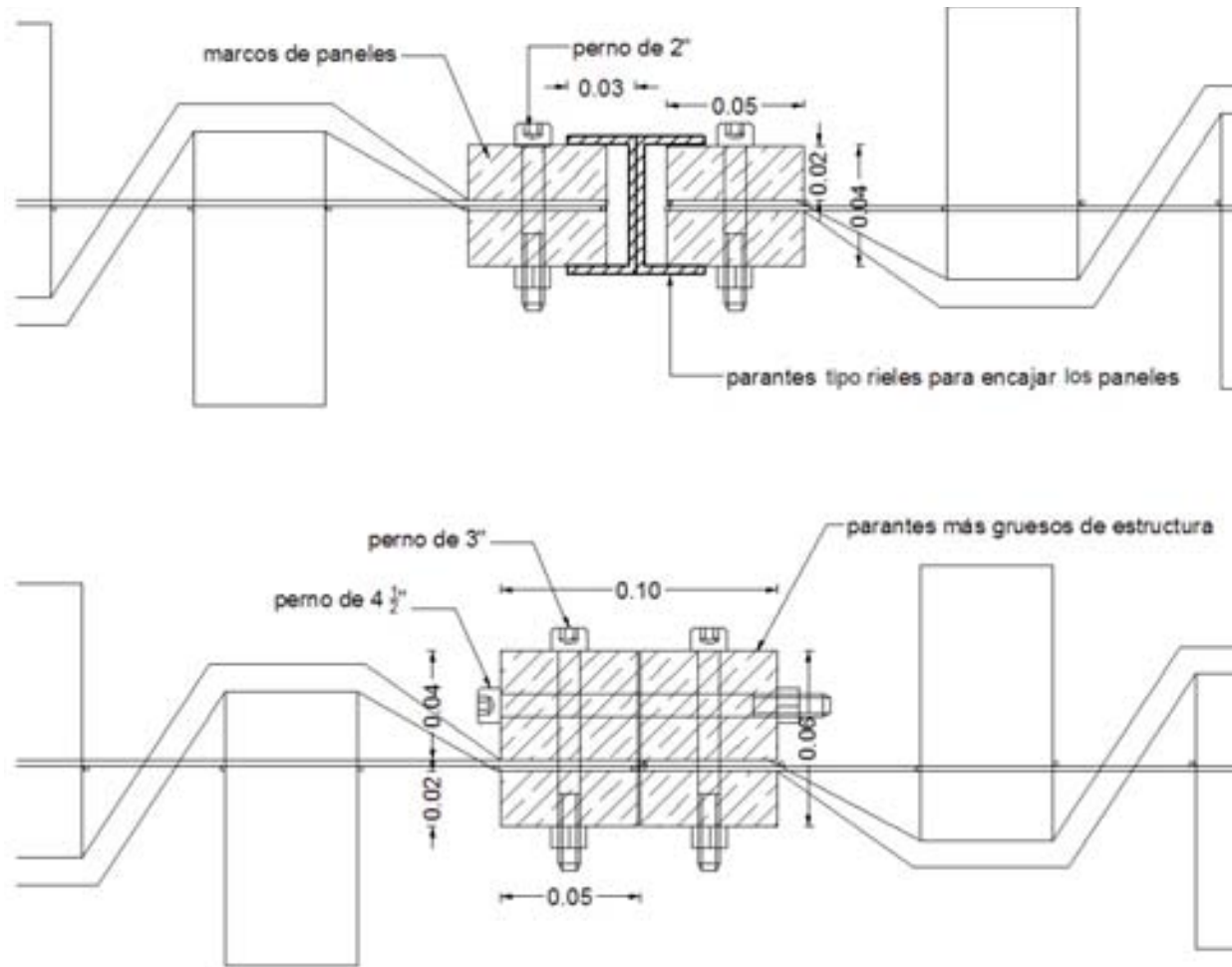
ref. txt.

ref. img.

f228. estudio de luz y sombra sobre el panel tejido, foto: Juan F. Hidalgo, 06
f229. idem.

4.3.3.1 Propuestas/Paneles para Interiores/Tejido

El módulo de este panel mide alrededor de 90x90cm dependiendo de la longitud de los tallos de totora. Su montaje puede hacerse, utilizando los mismos marcos como estructura, uniéndolos entre sí o montando los paneles sobre una estructura independiente.



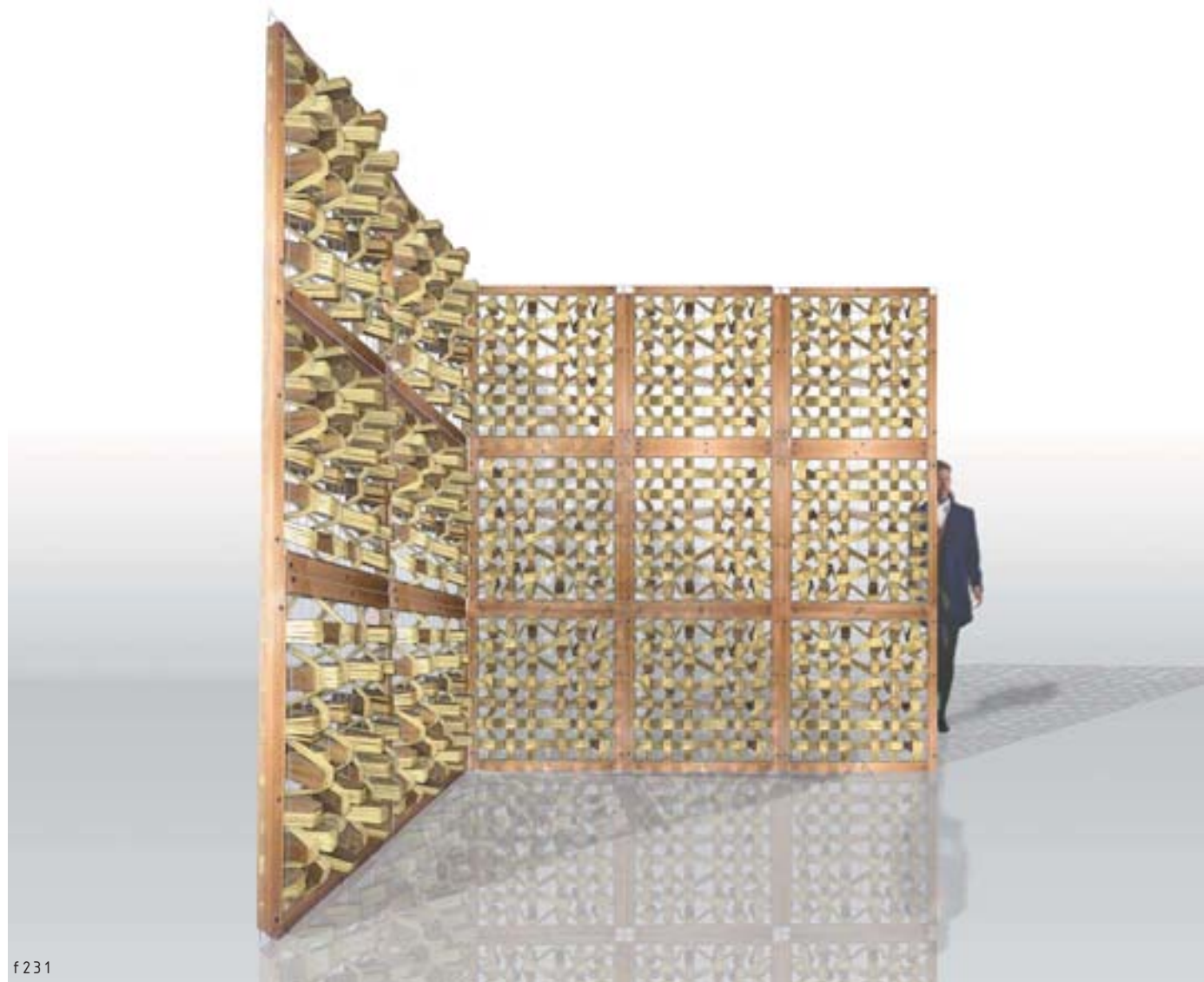
f230

ref. txt.

ref. img.

f230. opciones de montaje del panel, graf: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.3.1 Propuestas/Paneles para Exteriores/Tejido



f231

ref. txt.

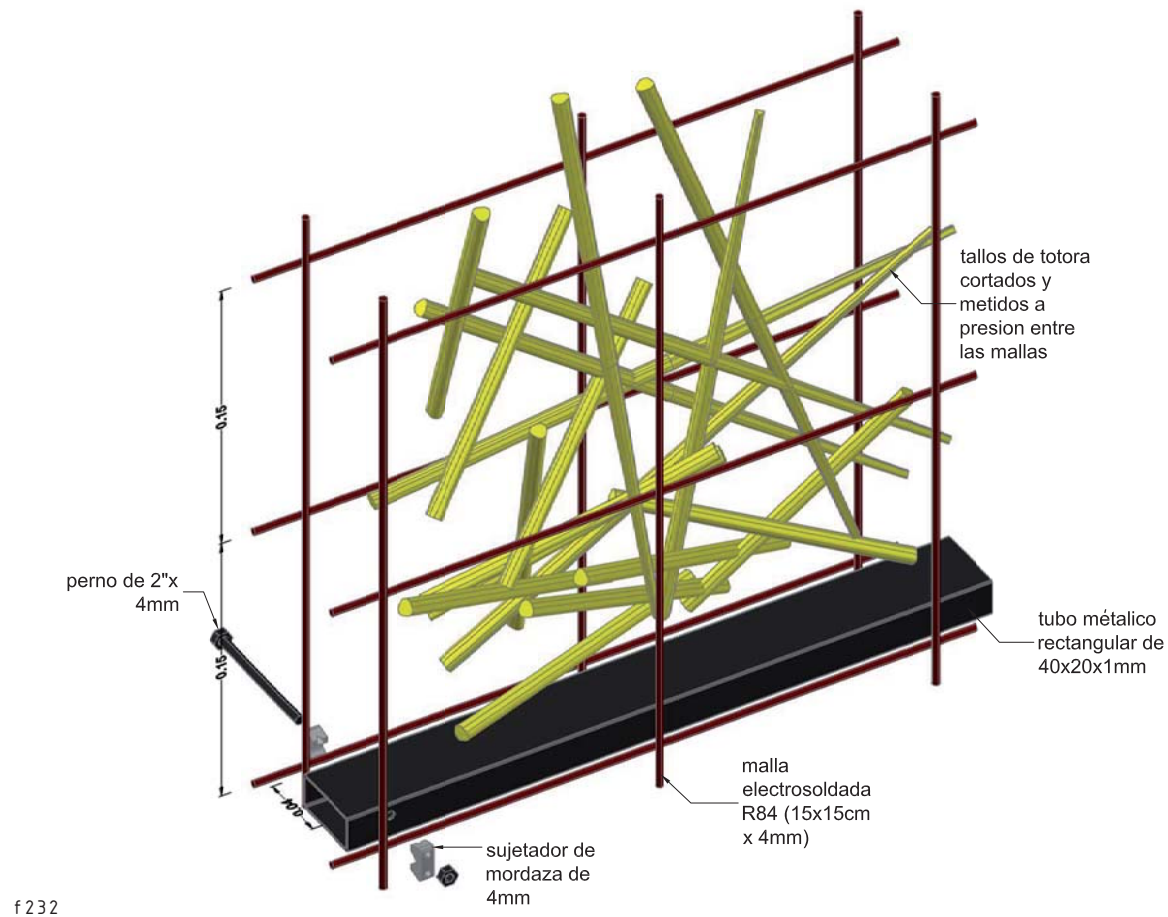
ref. img.

f231. imagen del panel de totora tejida, con marcos de madera prensados, graf: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.3.2 Propuestas/Paneles para Interiores/Gavión

● En arquitectura se ha experimentado con muchas opciones de texturas y materiales, entre ellas, la utilización de muros tipo gaviones de contención, con piedras sueltas contenidas entre dos mallas.

En este panel se probó este sistema utilizando retazos de tallos de totora, que están presionados entre dos mallas electrosoldadas de 15cm x 15cm x 4mm, los marcos son tubos metálicos de 4cm x 2cm x 3mm que se sujetan a las mallas con pernos, tuercas y abrazaderas de mordaza.



ref. txt.

ref. img.

f232. armado del panel tipo gavión vegetal, graf: Juan F. Hidalgo, 06

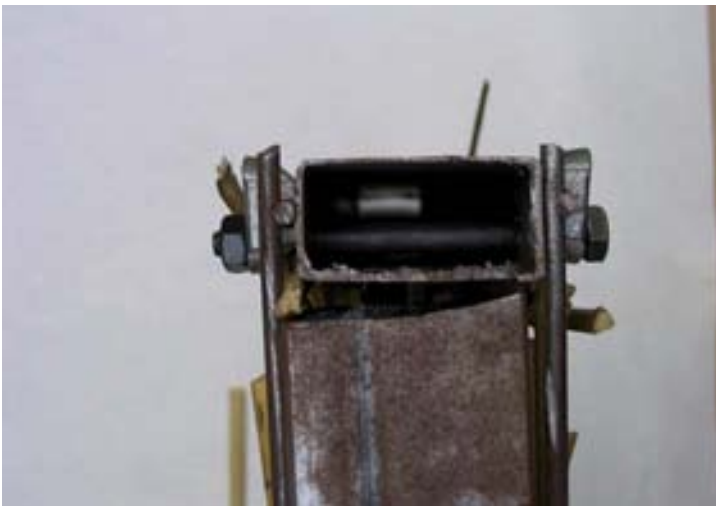
4.3.3.2 Propuestas/Paneles para Interiores/Gavión



f233



f234



f235



f236

ref. txt.

ref. img.

f233. detalle de la sujeción de la malla al marco metálico, foto: Juan F. Hidalgo, 06

f234. idem

f235. idem

f236. textura del panel tipo gavión vegetal, foto: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.3.2 Propuestas/Paneles para Interiores/Gavión



f237



f238

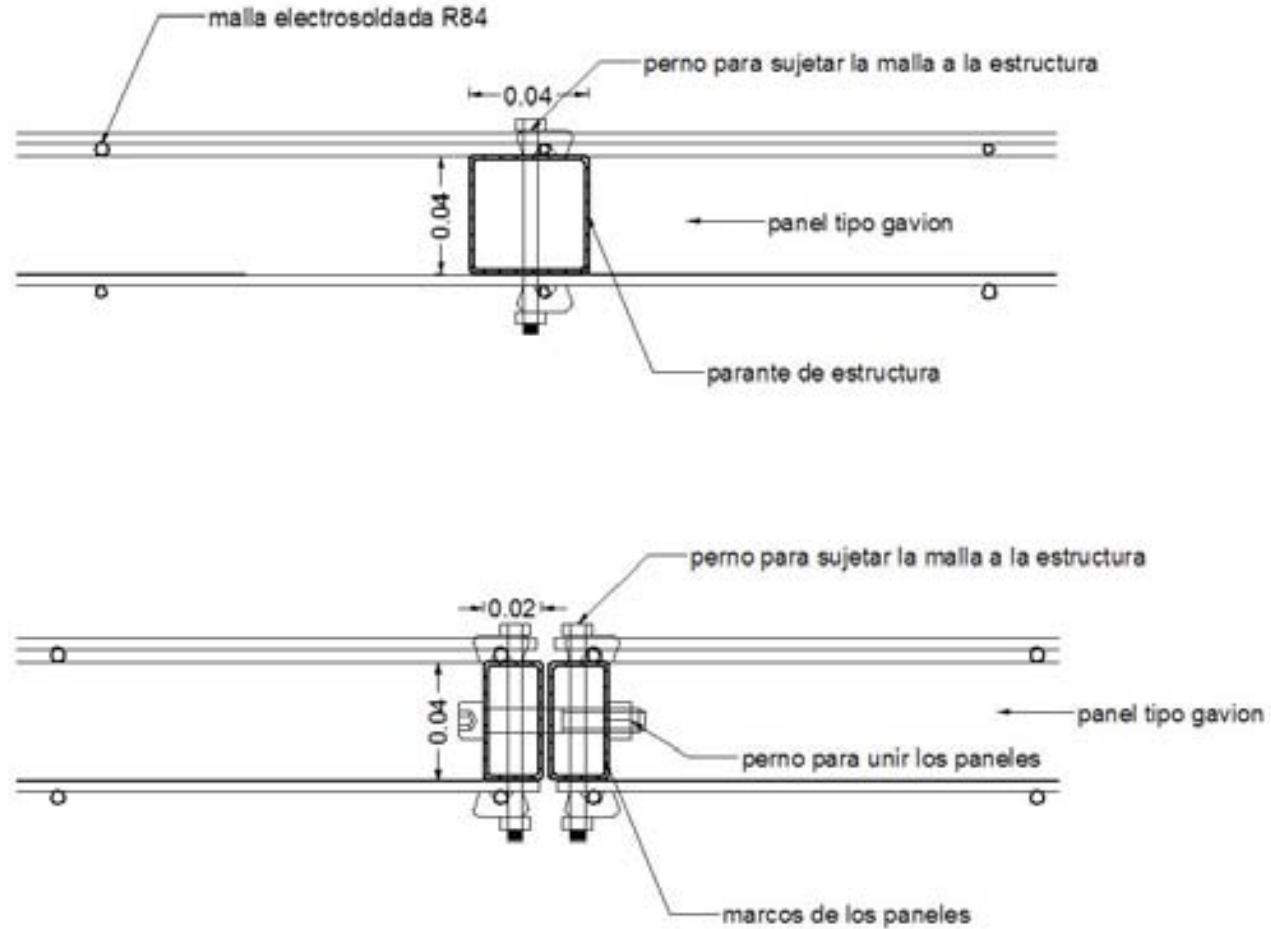
ref. txt.

ref. img.

f237. estudio de luz y sombra del panel, foto: Juan F. Hidalgo, 06
f238. idem

4.3.3.2 Propuestas/Paneles para Interiores/Gavión

Este panel puede trabajarse sujetando directamente las mallas a la estructura, la totora sería colocada luego por la parte superior. Puede también trabajarse como módulos previamente armados, en este caso se unen los marcos para formar la estructura.



f239

ref. txt.

ref. img.

f239. opciones de montaje del panel en una estructura, graf: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.3.2 Propuestas/Paneles para Interiores/Gavión



ref. txt.

ref. img.

f240. imagen del panel tipo gavión, utilizando los mismos marcos como estructura, graf: Juan F. Hidalgo,06

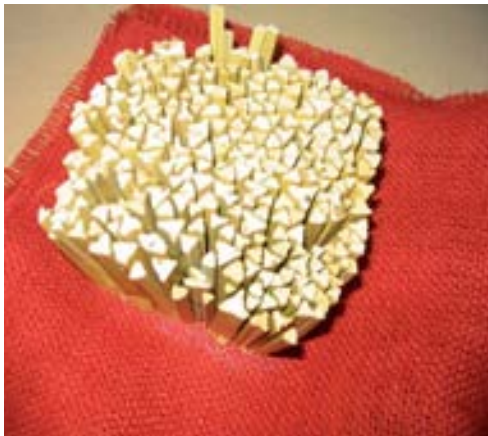
4.3.3.3 Propuestas/Paneles para Interiores/Lienzo

●Una textura que me pareció interesante, fue la que se conseguía mostrando la sección de los tallos de totora. Se hicieron propuestas para aplicar esta textura en muros fijos, sin embargo resultaba más interesante realizar una lámina móvil, cuya textura pueda cambiar con la acción del viento, si es tocada, etc.

Para optimizar el proceso de construcción de esta lámina, se probó con la utilización de varios tipos de pegamento sobre diferentes telas. El mejor resultado se consiguió utilizando goma blanca sobre tela de fibras de cabuya (yute), pero esta tela no es muy resistente como para aguantar el peso del panel. Luego se utilizó lienzo grueso, con una hoja de papel filtro pegada a éste, para mejorar la adherencia de los tallos de totora, una capa de goma blanca y pedazos de tallos de totora cortados en 8cm de longitud, pegados sobre el lienzo.

Para optimizar el corte de los tallos de totora, se utilizó una guillotina de imprenta, para lo cual debían tenerse los rollos atados con presión y una abrazadera cada 8cm, de manera que cuando se corten los tallos, éstos no se separen.

Los tallos cortados deben colocarse en una malla o algo similar que los mantenga en posición vertical, para poder colocarlos sobre el lienzo hasta que la goma se seque.



f241



f242



f243

ref. txt.

ref. img.

f241. totora sobre yute teñido, foto: Juan F. Hidalgo, 06

f242. totora sobre lienzo, foto: Juan F. Hidalgo, 06

f243. totora sobre papel filtro, foto: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.3.3 Propuestas/Paneles para Interiores/Lienzo



f244



f245



f246



f247

ref. txt.

ref. img.

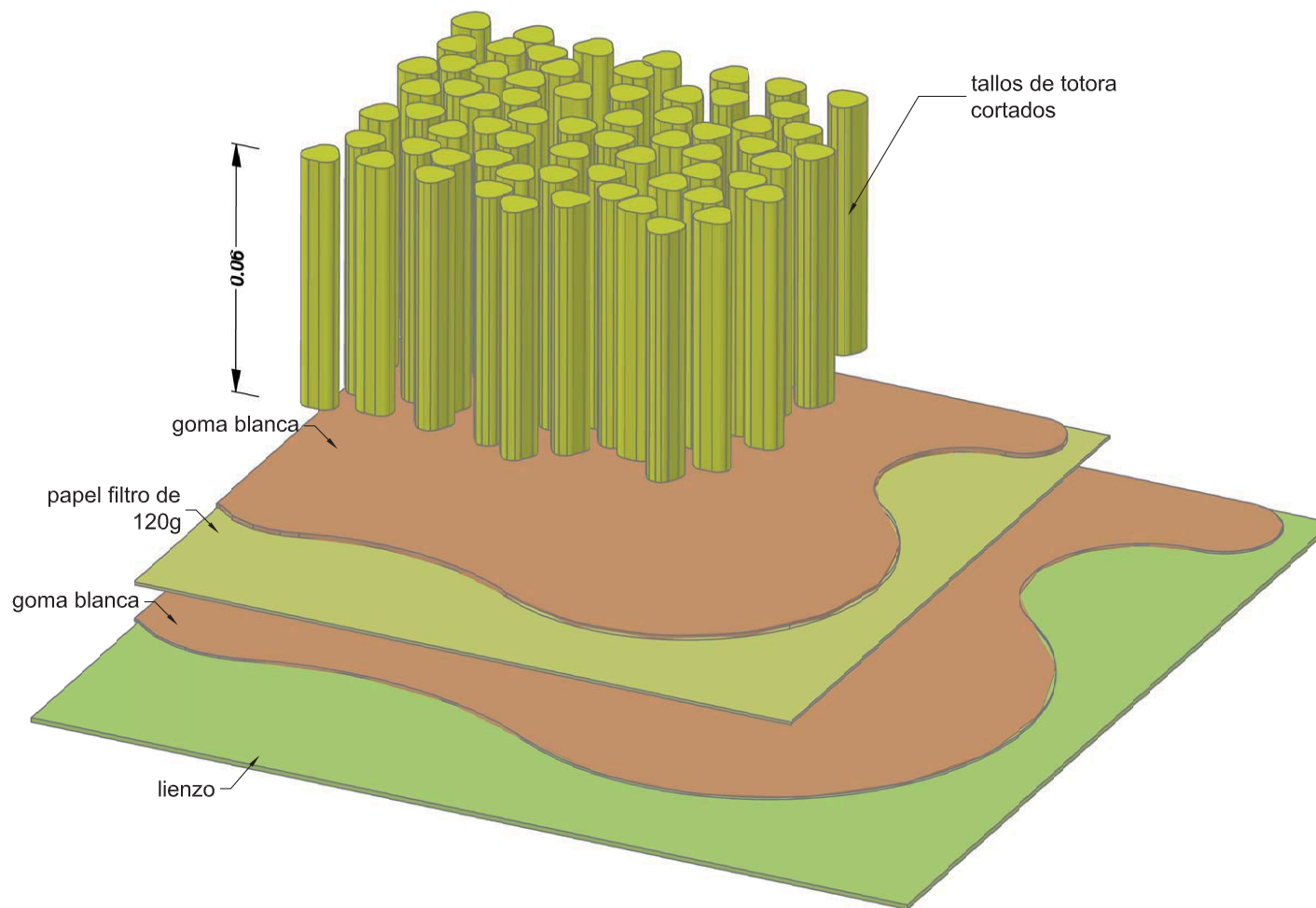
f244. rollo de totora cortado, foto: Juan F. Hidalgo, 06

f245. rollos de totora en la guillotina de la imprenta de la Fac. de Arq, foto: Juan F. Hidalgo, 06

f246. resultado del corte en guillotina, foto: Juan F. Hidalgo, 06

f247. cilindros cortados de totora, metidos en una malla a presión, foto: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.3.3 Propuestas/Paneles para Interiores/Lienzo



f248

ref. txt.

ref. img.

f248. armado del panel de tatora sobre lienzo, graf: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.3.3 Propuestas/Paneles para Interiores/Lienzo



f249



f250



f251



f252

ref. txt.

ref. img.

f249. lienzo con una capa de goma blanca, foto: Juan F. Hidalgo, 06
f250. detalle de las capas de lienzo, papel, totora, foto: Juan F. Hidalgo, 06
f251. panel de totora sobre lienzo, foto: Juan F. Hidalgo, 06
f252. detalle del panel, foto: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.3.3 Propuestas/Paneles para Interiores/Lienzo



f253



f254

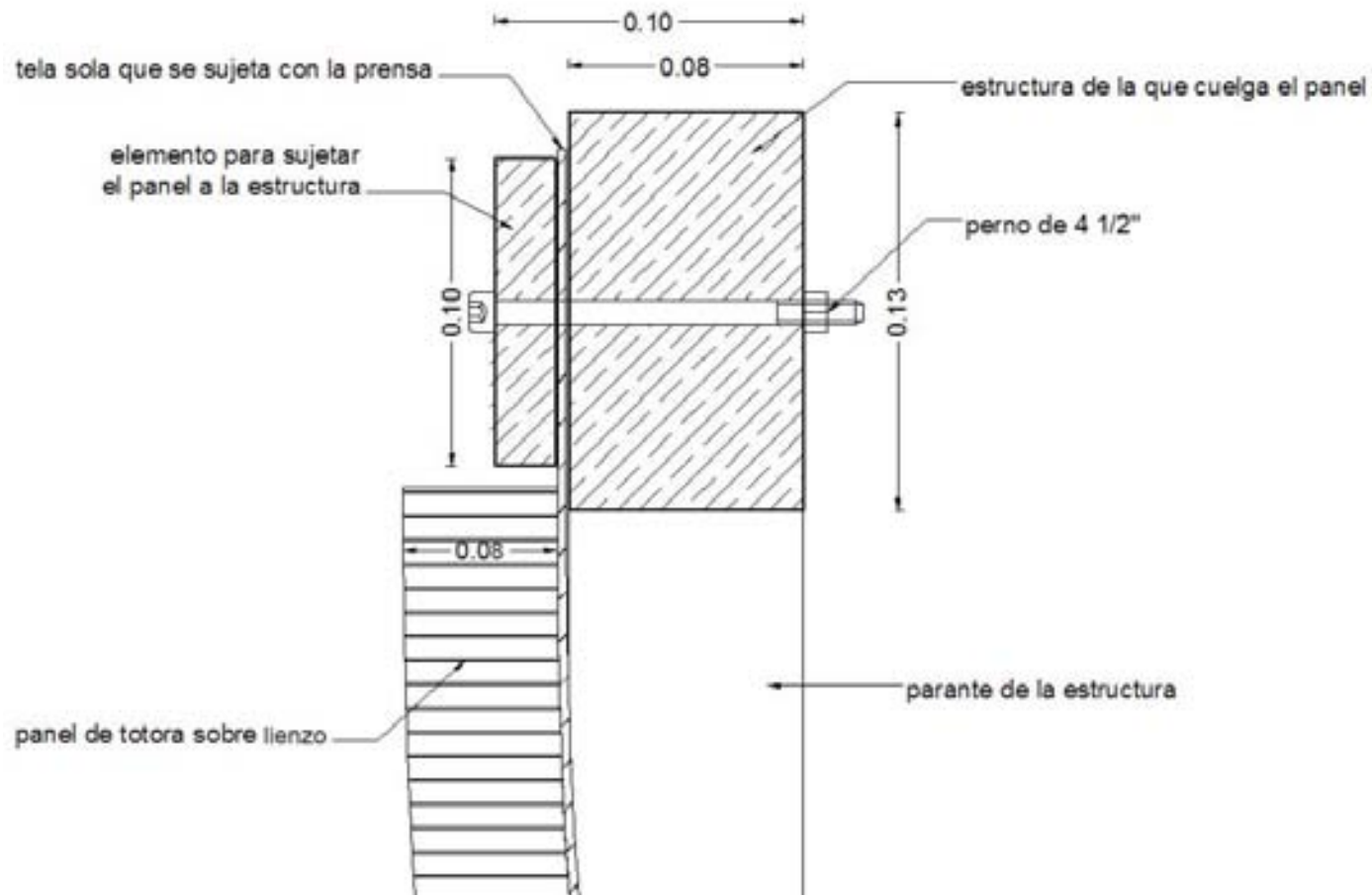
ref. txt.

ref. img.

f253. estudi de luz y sombra del panel de totora sobre lienzo, foto: Juan F. Hidalgo, 06
f254. panel de totora sobre lienzo, doblado, foto: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.3.3 Propuestas/Paneles para Interiores/Lienzo

Este panel puede colocarse sobre un muro, delante de un vidrio, como alfombra, etc. pero se aprovecha mejor su característica de movilidad, si es colgado de una estructura.



f255

ref. txt.

ref. img.

f255. montaje del panel mediante una prensa que lo sostiene por su parte superior, graf: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.3.3 Propuestas/Paneles para Interiores/Lienzo



f256

ref. txt.

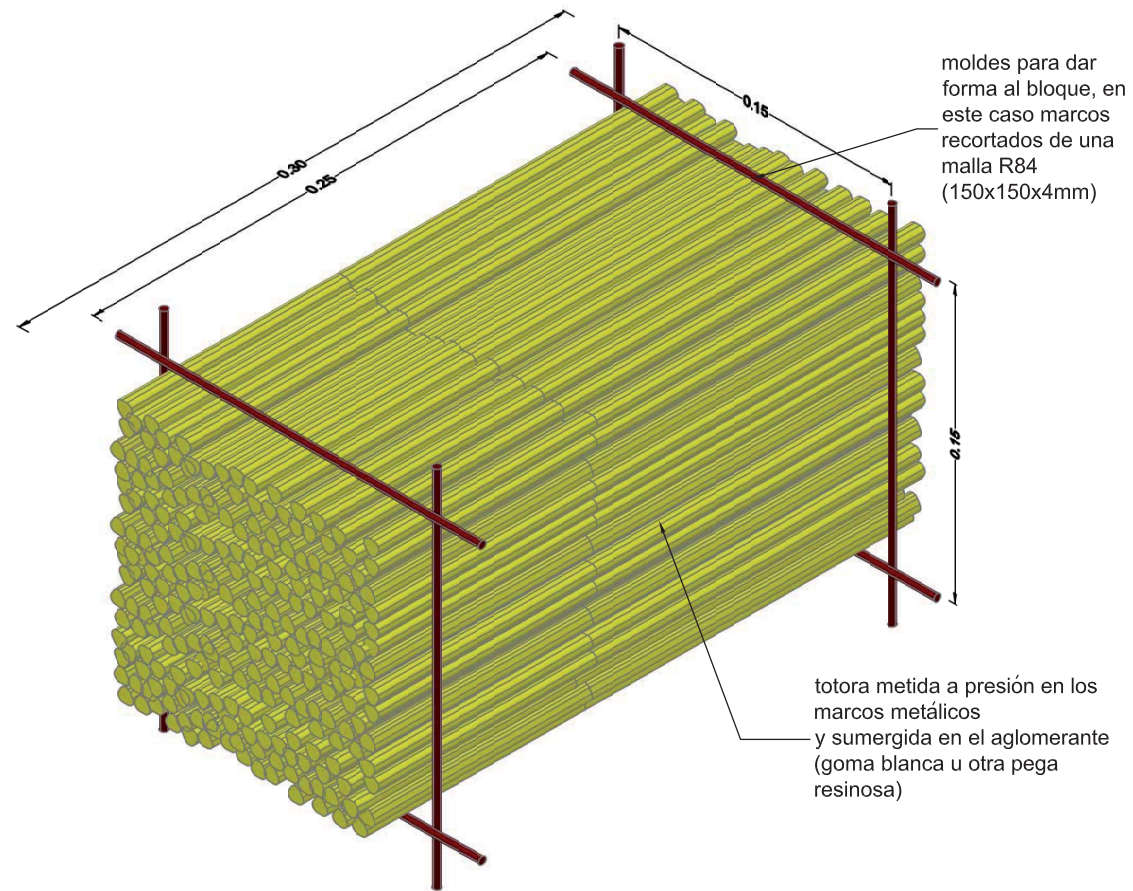
ref. img.

f256. imagen del panel de totora sobre lienzo, colgado de una estructura de madera, graf: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.3.4 Propuestas/Paneles para Interiores/Bloques

● Se experimentó también con la elaboración de bloques aglomerados, en esta prueba no se ha profundizado en los procesos ni productos necesarios para conseguir mejores resultados, ésta podría ser una investigación posterior.

Los tallos de totora son cortados de las dimensiones necesarias y se introducen a presión en marcos que servirán de molde. Se introduce el bloque en el aglomerante por 10 segundos, luego es retirado y se deja secar con los tallos en posición horizontal, para evitar que se pierda el pegante.



f257

ref. txt.

ref. img.

f257. armado de los bloques aglomerados de totora, graf: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.3.4 Propuestas/Paneles para Interiores/Bloques



f258



f259



f260



f261

ref. txt.

ref. img.

f258. bloque de totoa con marcos de molde, foto: Juan F. Hidalgo, 06

f259. bloques de totoa, foto: Juan F. Hidalgo, 06

f260. idem

f261. idem

4.3.3.4 Propuestas/Paneles para Interiores/Bloques



f262



f263

ref. txt.

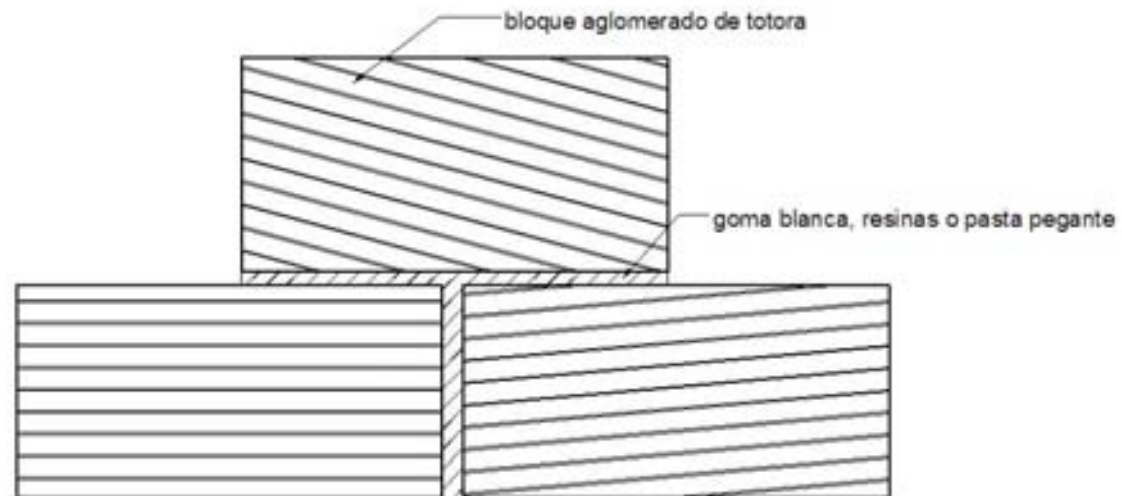
ref. img.

f262. bloques de totora armados, foto: Juan F. Hidalgo, 06

f263. estudio de luz y sombra sobre los bloque de totora, foto: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.3.4 Propuestas/Paneles para Interiores/Bloques

Los bloques son unidos entre sí con goma blanca o resinas. Si se utilizaría un aglomerante resistente al agua y los extremos vistos de los tallos estarían bien sellados, los bloques podrían utilizarse en muros exteriores. Con el sistema que se experimentó, los bloques se deshacen al contacto con el agua.



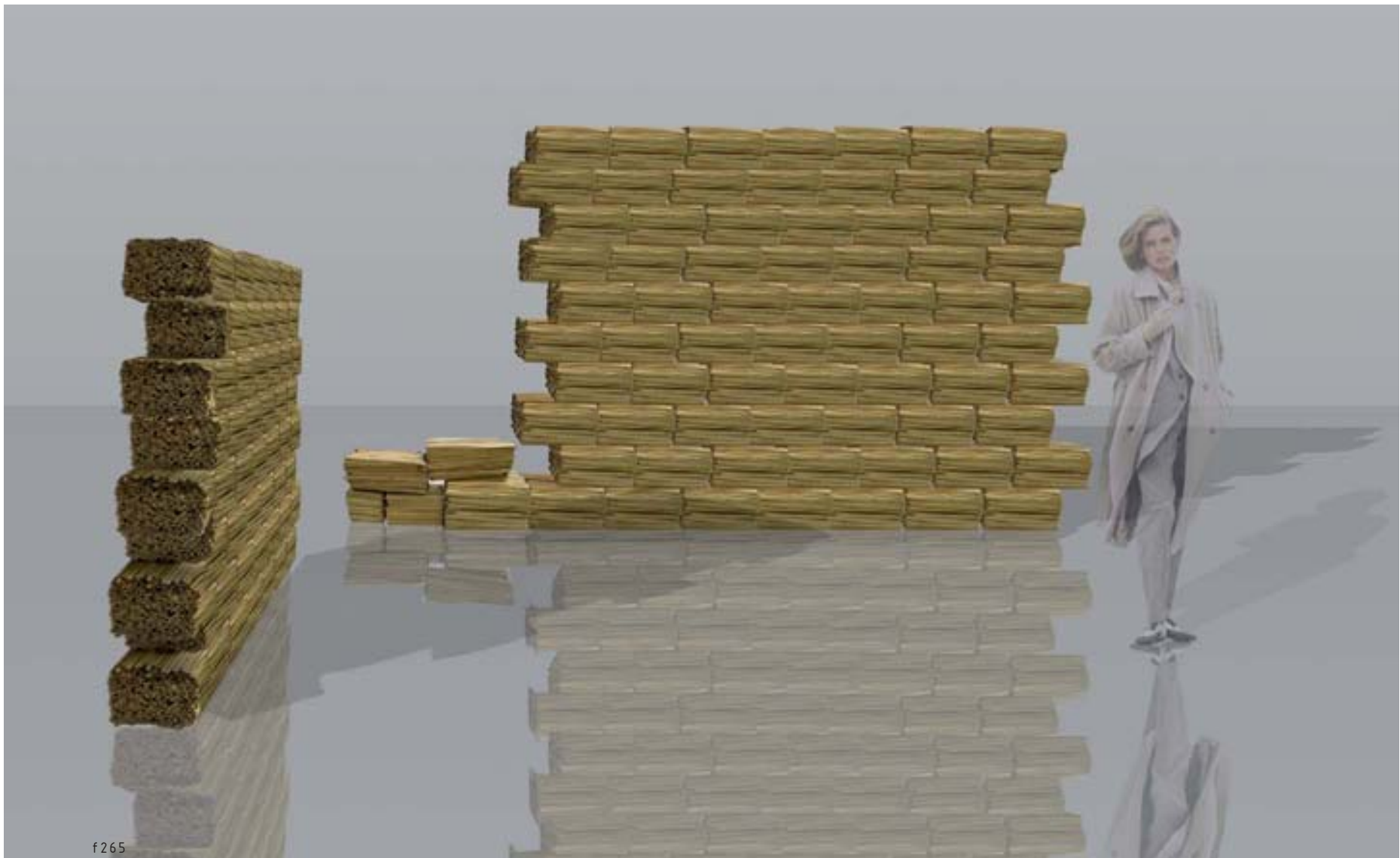
f264

ref. txt.

ref. img.

f264. unión de los bloques entre sí, graf: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.3.4 Propuestas/Paneles para Interiores/Bloques



ref. txt.

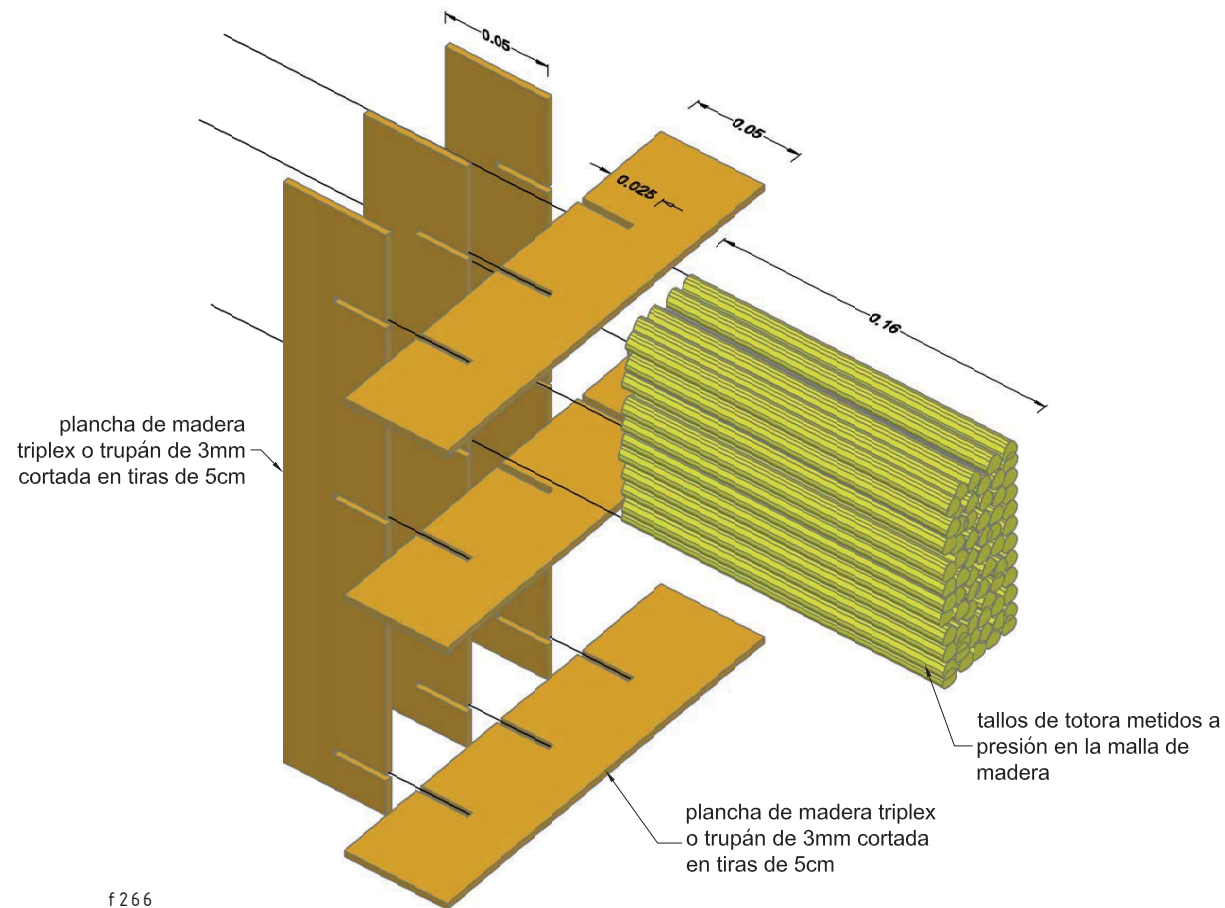
ref. img.

f265. imagen de muros armados con bloques de totora, graf: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.3.5 Propuestas/Paneles para Interiores/Textura Móvil

● En esta propuesta se utiliza una malla hecha con tiras de trupán de 5cm x 3mm de espesor, entrelazadas para crear marcos anchos que permitan que los tallos lleguen al tope de la malla, por el un lado, sin salirse de ésta. Los tallos son cortados en pedazos de 15cm y metidos a presión en la malla, sin ningún pegante, para permitir su movimiento.

Pueden también utilizarse mallas prefabricadas de platinas metálicas. La dimensión y resistencia de este panel depende de la malla que se utilice.



f 266

ref. txt.

ref. img.

f266. armado del panel de tertura móvil, graf: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.3.5 Propuestas/Paneles para Interiores/Textura Móvil



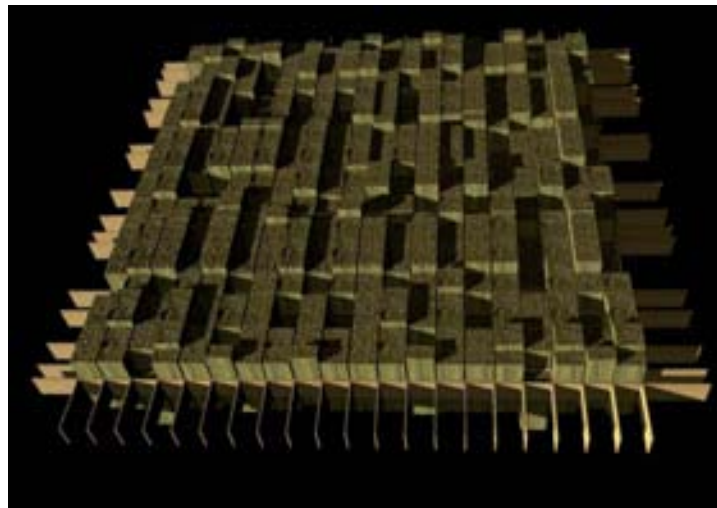
f267



f268



f269



f270

ref. txt.

ref. img.

f267. malla armada con tiras de trupán, foto: Juan F. Hidalgo, 06
f268. armado de malla y colocación de totora, foto: Juan F. Hidalgo, 06
f269. marcos de prensas colocados para reforzar la malla, foto: Juan F. Hidalgo, 06
f270. imagen digital del panel, graf: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.3.5 Propuestas/Paneles para Interiores/Textura Móvil



f271



f272

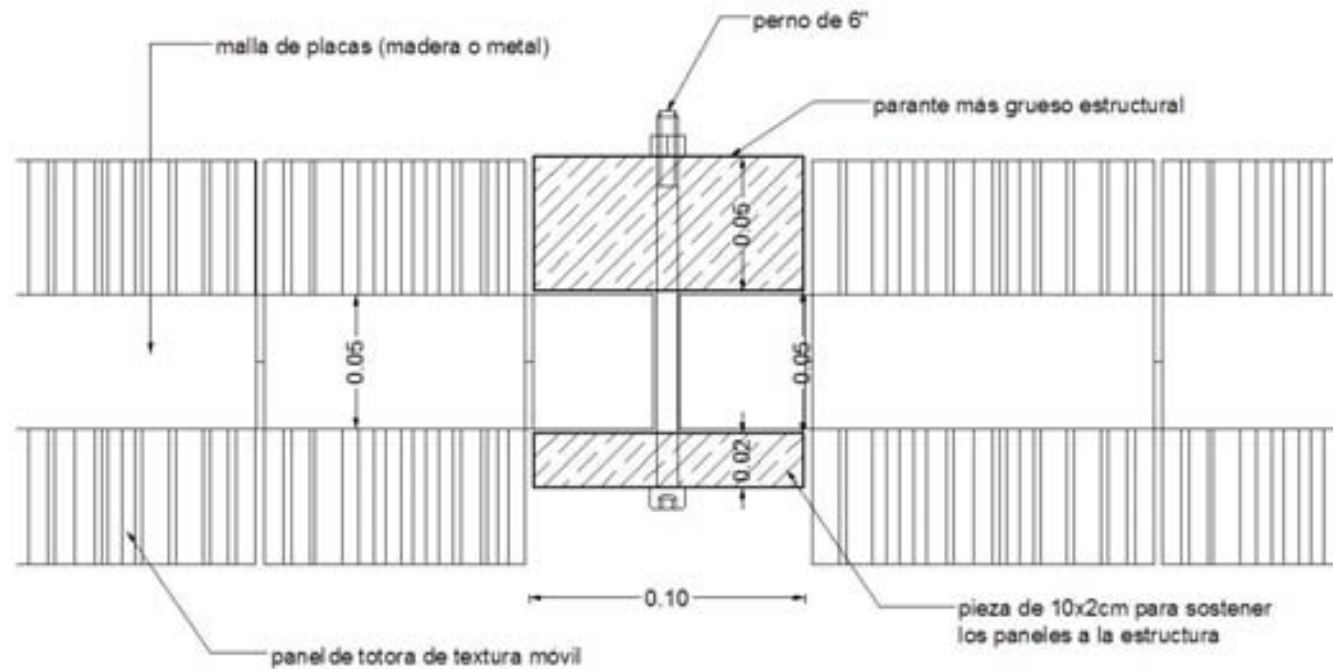
ref. txt.

ref. img.

f271. estudio de luz y sombra sobre el panel de textura móvil, foto: Juan F. Hidalgo, 06
f272. idem

4.3.3.5 Propuestas/Paneles para Interiores/Textura Móvil

El montaje de este panel puede hacerse utilizando marcos gruesos tipo prensas que sujetan la malla.



f273

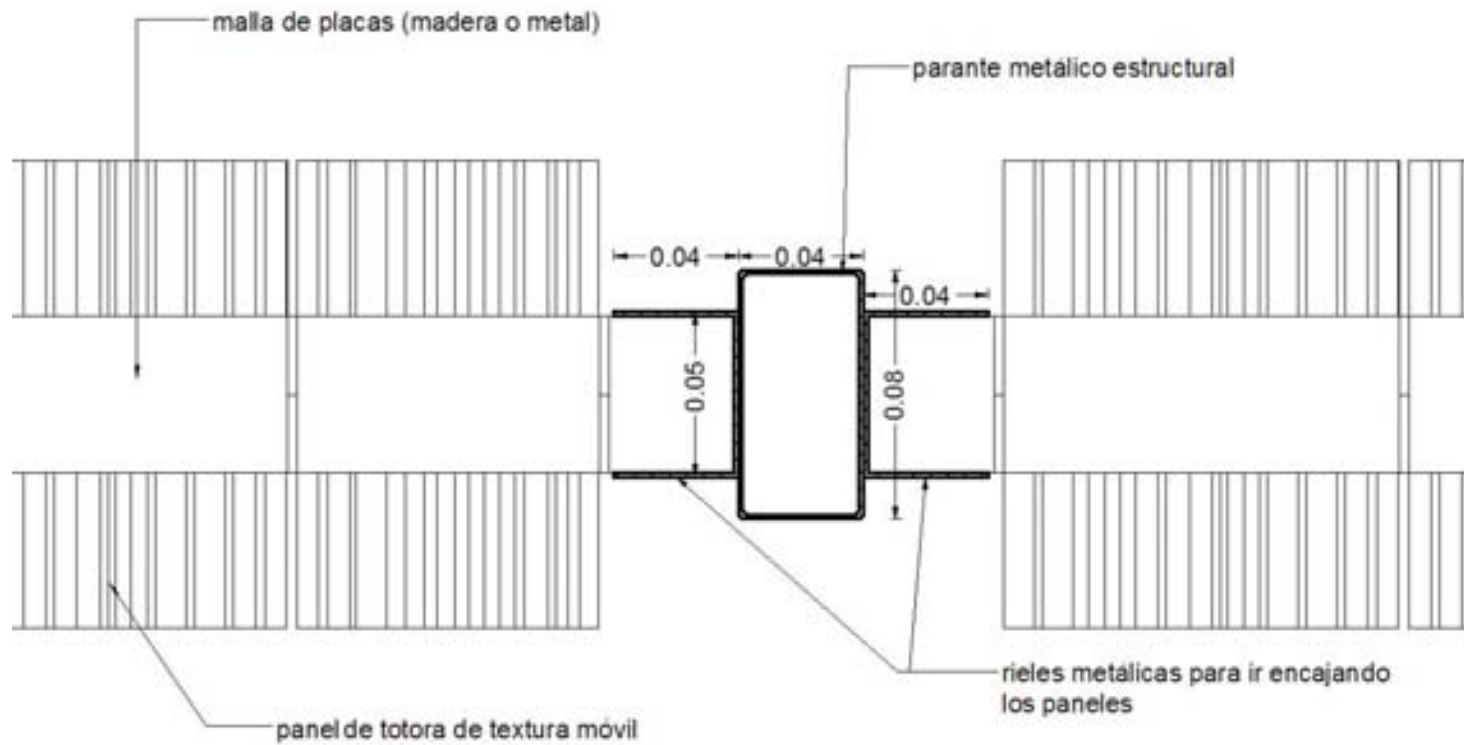
ref. txt.

ref. img.

f273. montaje del panel con marcos prensando la malla, graf: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.3.5 Propuestas/Paneles para Interiores/Textura Móvil

Los paneles también pueden colocarse uno sobre otro, en una estructura con sistemas de rieles o similares.



f274

ref. txt.

ref. img.

f274. montaje del panel en una estructura con rieles "C", graf: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.3.5 Propuestas/Paneles para Interiores/Textura Móvil



f275

ref. txt.

ref. img.

f275. imagen del panel de textura móvil, con marcos de madera que sostienen la malla, graf: Juan F. Hidalgo, 06

4.3.3.5 Propuestas/Paneles para Interiores/Textura Móvil



f276
ref. txt.

ref. img.

f276. estudio de luz y sombra sobre el panel de textura móvil, foto: Juan F. Hidalgo, 06

4.4 Datos Generales Sobre los Paneles

● Resistencia

En los ejemplos trabajados, la totora no está cumpliendo funciones como elemento estructural ni está sometida a esfuerzos en ese sentido, por lo que, las propiedades de resistencia de los paneles, dependen básicamente, de la resistencia de los elementos que forman la estructura del panel.

Por ejemplo, en los paneles de totora prensada y pérgola con prensas, su resistencia se deberá en gran medida al material y propiedades de las prensas utilizadas, dependiendo de esto, serán variables las distancias entre los apoyos o elementos de estructura necesarios.

De igual manera, en los paneles de textura móvil, el tejido y tipo gavión, la resistencia y propiedades del panel dependen del tipo de malla y marco utilizados. En el panel de tipo gavión, si va a estar expuesto a la intemperie, se deben utilizar productos impermeabilizantes, para aplicarlos en los tallos de totora y en la malla.

Los bloques aglomerados de totora, tendrán una resistencia a la compresión, de acuerdo al tipo de aglomerante utilizado. Como dato promedio se tiene que un bloque, en el que se ha utilizado cola blanca como aglomerante, tiene una resistencia promedio de 25 kg/cm² a la compresión en sentido de los tallos. Su durabilidad y comportamiento en exteriores dependerán también de los productos utilizados como aglomerante y revestimiento.

El panel de rollos de totora puede variar sus propiedades según la presión aplicada en las abrazaderas y el tipo de sujeción a la estructura que se utilice. En este caso los datos correspondientes a la resistencia a la compresión pueden variar según se expone en la sección 2.2 del documento.

El panel de totora cosida, baja su resistencia en las líneas de costura, pues las puntadas debilitan los tallos.

Por último, las propiedades del panel de totora sobre lienzo, dependerán de la calidad y resistencia de la lámina textil utilizada como soporte. Si se utilizaría una lámina impermeable, el lado libre puede dar al exterior sin afectar a la totora, pudiendo conseguir efectos de iluminación interesantes hacia el interior.

4.4 Datos Generales Sobre los Paneles

Costos

Haciendo un breve análisis de los costos de producción de los paneles, se ha visto que éstos dependen de los materiales que se utilicen, los procesos y mano de obra requerida en cada caso. Como datos aproximados, tenemos los siguientes:

Paneles	Costo/m ²	Observaciones
Cubiertas prensadas de totora	\$50	Los costos dependen principalmente del tipo de prensas e impermeabilizantes utilizados
Totora prensada	\$40	Los costos dependen principalmente del tipo de prensas e impermeabilizantes utilizados
Rollos de totora	\$40	El costo puede aumentar por la mano de obra que se requiere
Pérgola con prensas	\$30	Los costos dependen principalmente del tipo de prensas e impermeabilizantes utilizados, la totora se utiliza en pocas cantidades.
Totora cosida	\$30	El proceso de construcción es rápido y simple, se necesita una máquina industrial, que admita el espesor del panel.
Tejido en malla	\$180	Este resulta más costoso por los materiales y mano de obra requeridos.
Tipo gavión	\$150	Los costos suben por los materiales requeridos.
Totora en lienzo	\$100	Lo que aumenta los costos en este caso es el proceso del corte, organización y pegado de la totora.
Bloques de totora	\$60	El costo depende de los productos aglomerantes.
Textura móvil	\$180	Principalmente sube el costo por el proceso de construcción, que podría mecanizarse para abaratarlo.

4.4 Datos Generales Sobre los Paneles

Los paneles sólidos, contruidos con totora, tienen propiedades de aislamiento acústico y térmico, muy buenas, pues como vimos en la sección 2.2 del documento, la estructura interna de la totora, se compone por una gran cantidad de cámaras de aire, lo que la hace un material muy liviano y con una gran capacidad aislante.

La totora es un material combustible, ésta es una desventaja al momento de utilizarla en la construcción, sin embargo actualmente existe una gran variedad de productos ignífugos para proteger del fuego a la madera, plásticos, papel, etc. El producto adecuado para utilizarse sobre los paneles de totora, puede ser similar a los utilizados sobre madera o papel.

4.5 Conclusiones

● Se ha demostrado que la totora es un material aún por explotar y en nuestro país existe un gran potencial para su producción. La totora, como hemos visto, puede ser cultivada en la mayoría de zonas climáticas; existen comunidades que dominan el trabajo con este material; su tiempo de renovación es muy corto, etc, por lo que las nuevas opciones de aplicación, que se proponen en esta investigación, son totalmente factibles de desarrollar en nuestro medio, con nuestros productos, nuestros técnicos y artesanos.

Como extensión de esta investigación, sería interesante continuar con un estudio sobre las posibilidades de procesarla industrialmente para encontrar otras aplicaciones.

Bibliografía Consultada

RYKWERT Joseph , Al Principio eran la Guirnalda y el Nudo, Arqvitectvras BIS, nov 1975, Barcelona, Arqvitectvras.

FANELLI Giovanni/ GARGIANI Roberto Gargiani, El origen textil de la pared y el principio del revestimiento desde Gottfried Semper, Akal Arquitectura, 1999, Madrid

ARMESTO Antonio, C. La técnica del arquitecto no es la construcción , sino el arte de la delimitación espacial, Introducción de la revista 2G N. 17 Marcel Breuer, 2001, Barcelona, editorial Gustavo Gili. p.19-23.

SALAZAR Jaime, INMUNIZACIÓN DE LA GUADUA, artículo publicado por la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, abril 2001.

Fuentes de Internet

[www.sica.gov.ec/agronegocios/productos para invertir/fibras.](http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/fibras)

www.reedboat.org

www.kon-tiki.no

www.fotorasisa.com

www.bioone.org/plants

www.playasperu.com/ecología

www.wikipedia.com/uros

www.enjoybolivia.com

www.dlh.lahora.com.ec/paginas/ciencia/balsa.htm

[www.entelnet.bo/qalayampu/textos/texto02/Captain's Diary, Qala Yampu,](http://www.entelnet.bo/qalayampu/textos/texto02/Captain's%20Diary)

www.archeology.org/interactive/tiawanaku/project

www.bolivia.com/noticias/turismo

[www.biología.edu.ar/plantas vasculares](http://www.biología.edu.ar/plantas%20vasculares)

<http://aquat1.ifas.ufl.edu>

<http://plants.usda.gov>

<http://plants.ifas.ufl.edu>

Créditos Gráficos y Fotográficos

fotos en la portada: Juan F. Hidalgo

- f1. Juan F. Hidalgo
f2. Juan F. Hidalgo
f3. Juan F. Hidalgo
f4. Kerry Dreslser, en <http://aquat1.ifas.ufl.edu/schoenoplectus cal/>..
f5. Kerry Dreslser, en <http://aquat1.ifas.ufl.edu/schoenoplectus cal/>..
f6. gráfico sch cal. en <http://aquat1.ifas.ufl.edu/schoenoplectus cal/>..
f7. Kerry Dreslser, en <http://aquat1.ifas.ufl.edu/schoenoplectus amer/>..
f8. gráfico sch. am. , en <http://aquat1.ifas.ufl.edu/schoenoplectus amer/>..
f9. Vic Ramey, en <http://aquat1.ifas.ufl.edu/schoenoplectus rob/>..
f10. Vic Ramey, en <http://aquat1.ifas.ufl.edu/schoenoplectus rob/>..
f11. gráfico sch. rob. , en <http://aquat1.ifas.ufl.edu/schoenoplectus rob/>..
f12. Vic Ramey, en <http://plants.ifas.ufl.edu/schoenoplectus val/>..
f13. A. Murray, en <http://plants.ifas.ufl.edu/schoenoplectus val/>..
f14. gráfico de sch. val., en <http://plants.usda.gov/schoenoplectus val/>..
f15. Thomas G. Barnes, en <http://plants.usda.gov/typha ang/>..
f16. gráfico Britton N.C. & A. Brown, en <http://plants.usda.gov/typha ang/>..
f17. James L. Reveal, en <http://plants.usda.gov/typha lat/>..
f18. gráfico Britton N.C. & A. Brown, en <http://plants.usda.gov/typha lat/>..
f19. Ana María Gonzales, en www.biologia.edu.ar
f20. Juan F. Hidalgo
f21. Juan F. Hidalgo
f22. Juan F. Hidalgo
f23. Juan F. Hidalgo
f24. Juan F. Hidalgo
f25. Juan F. Hidalgo
f26. Juan F. Hidalgo
f27. P. Hidalgo
f28. Juan F. Hidalgo
f29. P. Hidalgo
f30. P. Hidalgo
f31. P. Hidalgo
f32. Juan F. Hidalgo
f33. Juan F. Hidalgo
f34. Juan F. Hidalgo
f35. Juan F. Hidalgo
f36. Juan F. Hidalgo
f37. Juan F. Hidalgo
f38. Juan F. Hidalgo
f39. Juan F. Hidalgo
f40. Juan F. Hidalgo
f41. Juan F. Hidalgo
f42. Juan F. Hidalgo
f43. Juan F. Hidalgo
f44. Juan F. Hidalgo
f45. Juan F. Hidalgo
f46. Juan F. Hidalgo
f47. Juan F. Hidalgo
f48. Juan F. Hidalgo
f49. Juan F. Hidalgo
f50. Juan F. Hidalgo
f51. Juan F. Hidalgo
f52. Juan F. Hidalgo
f53. Juan F. Hidalgo
f54. Juan F. Hidalgo
f55. Juan F. Hidalgo
f56. www.totorasisa.com/artesantias/catalogo...
f57. www.totorasisa.com/artesantias/catalogo...
f58. www.totorasisa.com/artesantias/catalogo...
f59. www.totorasisa.com/artesantias/catalogo...
f60. Juan F. Hidalgo
f61. Juan F. Hidalgo
f62. Juan F. Hidalgo
f63. Juan F. Hidalgo
f64. Juan F. Hidalgo
f65. Juan F. Hidalgo
f66. Juan F. Hidalgo
f67. Juan F. Hidalgo
f68. Juan F. Hidalgo
f69. P. Hidalgo
f70. P. Hidalgo
f71. www.totorasisa.com/artesantias/catalogo...
f72. www.kon-tiki.no/kontiki
f73. www.kon-tiki.no/raI
f74. www.kon-tiki.no/raII
f75. www.kon-tiki.no/tigris
f76. www.reedboat.org/the boat/construccion/...
f77. www.reedboat.org/the boat/construccion/...
f78. www.reedboat.org/the boat/construccion/...
f79. www.reedboat.org/the boat/construccion/...
f80. www.reedboat.org/the boat/construccion/...
f81. www.reedboat.org/the boat/construccion/...
f82. www.reedboat.org/the boat/moving to water/...
f83. www.reedboat.org/the boat/moving to water/...
f84. www.reedboat.org/the boat/loading the stone/...
f85. www.reedboat.org/the boat/sailing...
f86. Juan F. Hidalgo
f87. Juan F. Hidalgo
f88. Juan F. Hidalgo
f89. Juan F. Hidalgo
f90. Juan F. Hidalgo
f91. Juan F. Hidalgo
f92. Juan F. Hidalgo
f93. Juan F. Hidalgo
f94. Juan F. Hidalgo
f95. Juan F. Hidalgo
f96. Juan F. Hidalgo
f97. P. Hidalgo
f98. Juan F. Hidalgo
f99. Juan F. Hidalgo
f100. Juan F. Hidalgo
f101. Juan F. Hidalgo
f102. Juan F. Hidalgo
f103. gráfico, Juan F. Hidalgo
f104. Juan F. Hidalgo
f105. Juan F. Hidalgo
f106. Juan F. Hidalgo
f107. Juan F. Hidalgo
f108. Juan F. Hidalgo
f109. Juan F. Hidalgo
f110. Juan F. Hidalgo
f111. Juan F. Hidalgo
f112. Juan F. Hidalgo
f113. Juan F. Hidalgo
f114. Juan F. Hidalgo
f115. Juan F. Hidalgo
f116. Juan F. Hidalgo
f117. Juan F. Hidalgo
f118. Juan F. Hidalgo
f119. Juan F. Hidalgo
f120. Juan F. Hidalgo
f121. Juan F. Hidalgo
f122. Juan F. Hidalgo
f123. Juan F. Hidalgo
f124. Juan F. Hidalgo
f125. Juan F. Hidalgo
f126. Juan F. Hidalgo
f127. Juan F. Hidalgo
f128. Juan F. Hidalgo
f129. Juan F. Hidalgo
f130. Juan F. Hidalgo
f131. Juan F. Hidalgo
f132. Juan F. Hidalgo
f133. Juan F. Hidalgo
f134. Juan F. Hidalgo
f135. Juan F. Hidalgo
f136. Juan F. Hidalgo
f137. gráfico, Juan F. Hidalgo
f138. gráfico, Juan F. Hidalgo
f139. gráfico, Juan F. Hidalgo
f140. Juan F. Hidalgo
f141. Juan F. Hidalgo
f142. gráfico, Juan F. Hidalgo
f143. Juan F. Hidalgo
f144. Juan F. Hidalgo
f145. Juan F. Hidalgo
f146. Juan F. Hidalgo
f147. Juan F. Hidalgo
f148. Juan F. Hidalgo
f149. Juan F. Hidalgo
f150. Juan F. Hidalgo
f151. Juan F. Hidalgo
f152. Juan F. Hidalgo
f153. Juan F. Hidalgo
f154. Juan F. Hidalgo
f155. Juan F. Hidalgo
f156. Juan F. Hidalgo
f157. Juan F. Hidalgo
f158. gráfico, Juan F. Hidalgo
-

Créditos Gráficos y Fotográficos

f159. gráfico, Juan F. Hidalgo
f160. gráfico, Juan F. Hidalgo
f161. Juan F. Hidalgo
f162. Juan F. Hidalgo
f163. Juan F. Hidalgo
f164. Juan F. Hidalgo
f165. gráfico, Juan F. Hidalgo
f166. gráfico, Juan F. Hidalgo
f167. gráfico, Juan F. Hidalgo
f168. gráfico, Juan F. Hidalgo
f169. Juan F. Hidalgo
f170. Juan F. Hidalgo
f171. Juan F. Hidalgo
f172. gráfico, Juan F. Hidalgo
f173. Juan F. Hidalgo
f174. Juan F. Hidalgo
f175. gráfico, Juan F. Hidalgo
f176. Juan F. Hidalgo
f177. Juan F. Hidalgo
f178. Juan F. Hidalgo
f179. Juan F. Hidalgo
f180. gráfico, Juan F. Hidalgo
f181. gráfico, Juan F. Hidalgo
f182. gráfico, Juan F. Hidalgo
f183. gráfico, Juan F. Hidalgo
f184. gráfico, Juan F. Hidalgo
f185. Juan F. Hidalgo
f186. Juan F. Hidalgo
f187. Juan F. Hidalgo
f188. gráfico, Juan F. Hidalgo
f189. gráfico, Juan F. Hidalgo
f190. Juan F. Hidalgo
f191. Juan F. Hidalgo
f192. Juan F. Hidalgo
f193. Juan F. Hidalgo
f194. gráfico, Juan F. Hidalgo
f195. gráfico, Juan F. Hidalgo
f196. gráfico, Juan F. Hidalgo
f197. Juan F. Hidalgo
f198. Juan F. Hidalgo
f199. Juan F. Hidalgo
f200. Juan F. Hidalgo
f201. Juan F. Hidalgo
f202. gráfico, Juan F. Hidalgo
f203. gráfico, Juan F. Hidalgo
f204. gráfico, Juan F. Hidalgo
f205. gráfico, Juan F. Hidalgo
f206. gráfico, Juan F. Hidalgo
f207. Juan F. Hidalgo
f208. Juan F. Hidalgo
f209. Juan F. Hidalgo
f210. Juan F. Hidalgo
f211. gráfico, Juan F. Hidalgo

f212. gráfico, Juan F. Hidalgo
f213. gráfico, Juan F. Hidalgo
f214. Juan F. Hidalgo
f215. Juan F. Hidalgo
f216. Juan F. Hidalgo
f217. Juan F. Hidalgo
f218. gráfico, Juan F. Hidalgo
f219. gráfico, Juan F. Hidalgo
f220. Juan F. Hidalgo
f221. Juan F. Hidalgo
f222. gráfico, Juan F. Hidalgo
f223. gráfico, Juan F. Hidalgo
f224. Juan F. Hidalgo
f225. Juan F. Hidalgo
f226. L.M. Cordero
f227. Juan F. Hidalgo
f228. Juan F. Hidalgo
f229. Juan F. Hidalgo
f230. gráfico, Juan F. Hidalgo
f231. gráfico, Juan F. Hidalgo
f232. gráfico, Juan F. Hidalgo
f233. Juan F. Hidalgo
f234. Juan F. Hidalgo
f235. Juan F. Hidalgo
f236. Juan F. Hidalgo
f237. Juan F. Hidalgo
f238. Juan F. Hidalgo
f239. gráfico, Juan F. Hidalgo
f240. gráfico, Juan F. Hidalgo
f241. Juan F. Hidalgo
f242. Juan F. Hidalgo
f243. Juan F. Hidalgo
f244. Juan F. Hidalgo
f245. Juan F. Hidalgo
f246. Juan F. Hidalgo
f247. Juan F. Hidalgo
f248. gráfico, Juan F. Hidalgo
f249. Juan F. Hidalgo
f250. Juan F. Hidalgo
f251. Juan F. Hidalgo
f252. Juan F. Hidalgo
f253. Juan F. Hidalgo
f254. Juan F. Hidalgo
f255. gráfico, Juan F. Hidalgo
f256. gráfico, Juan F. Hidalgo
f257. gráfico, Juan F. Hidalgo
f258. Juan F. Hidalgo
f259. Juan F. Hidalgo
f260. Juan F. Hidalgo
f261. Juan F. Hidalgo
f262. Juan F. Hidalgo
f263. Juan F. Hidalgo
f264. gráfico, Juan F. Hidalgo

f265. gráfico, Juan F. Hidalgo
f266. gráfico, Juan F. Hidalgo
f267. Juan F. Hidalgo
f268. Juan F. Hidalgo
f269. Juan F. Hidalgo
f270. gráfico, Juan F. Hidalgo
f271. Juan F. Hidalgo
f272. Juan F. Hidalgo
f273. gráfico, Juan F. Hidalgo
f274. gráfico, Juan F. Hidalgo
f275. gráfico, Juan F. Hidalgo
f276. Juan F. Hidalgo
f277. gráfico, Juan F. Hidalgo
f278. gráfico, Juan F. Hidalgo
f279. gráfico, Juan F. Hidalgo
f280. gráfico, Juan F. Hidalgo
f281. gráfico, Juan F. Hidalgo
f282. gráfico, Juan F. Hidalgo
f283. gráfico, Juan F. Hidalgo
f284. gráfico, Juan F. Hidalgo
f285. gráfico, Juan F. Hidalgo
f286. gráfico, Juan F. Hidalgo
f287. gráfico, Juan F. Hidalgo
f288. gráfico, Juan F. Hidalgo
f289. gráfico, Juan F. Hidalgo
f290. gráfico, Juan F. Hidalgo
f291. gráfico, Juan F. Hidalgo
f292. gráfico, Juan F. Hidalgo
f293. gráfico, Juan F. Hidalgo
f294. gráfico, Juan F. Hidalgo
f295. gráfico, Juan F. Hidalgo
f296. gráfico, Juan F. Hidalgo
f297. gráfico, Juan F. Hidalgo

