

Estudio de un componente de cerramiento con estructura de madera, incorporando el rastrojo como elemento

Arq. M. Teresita Falabella¹, Arq. Analía Díaz², Ing. Agr. Alejandra Marino³, Arq. Silvia Stivale⁴

Resumen

El objetivo es contribuir a innovar el sector de la construcción a partir del estudio de un componente de cerramiento con estructura de madera, que incorpora como aislante al rastrojo de cereales, recurso que al ser compactado y transformado en material factible de usar en la construcción, se caracteriza por su larga durabilidad, alta resistencia al fuego y excelente comportamiento térmico. Se trabajará con metodología cuantitativa: mediciones y cálculos; y cualitativa: análisis de fuentes bibliográficas, y definición de estado de cuestión. El proyecto impactará positivamente en el sector de la construcción especialmente en la cadena de valor relacionada con componentes para la envolvente, provocará un salto cualitativo por la incorporación de un insumo, producto del reciclado de rastrojo con bajo costo energético. Simultáneamente se aportará a la actividad agropecuaria por la utilización de un subproducto que se desecha en gran parte y genera emisiones de CO2 en su quema.

Palabras clave: sustentabilidad de la construcción, desempeño de los edificios, tecnologías renovables.

Study of a component enclosure with wooden structure, incorporating stubble as an element

Abstract

The aim of the project is to innovate the construction sector from the study of a component enclosure with wooden structure, which incorporates as insulation cereal stubble, resource to be baled and transformed into workable material used in the construction, is characterized by high durability, high fire resistance and excellent thermal behavior. We'll work with quantitative methodology: Measurements and calculations; And Qualitative Analysis of literature sources, and

¹ Director Proyecto. FAUD. UNMDP. Instituto de Investigaciones en Desarrollo Urbano, Tecnología y Vivienda.

² Integrante del Proyecto. Docente FAUD. UNMDP. Instituto de Investigaciones en Desarrollo Urbano, Tecnología y Vivienda

³ Integrante del Proyecto. Profesor Adjunto Facultad de Ciencias Agrarias. UNMDP.INTA

⁴ Integrante del Proyecto. Docente-Investigador FAUD. UNMDP. Instituto de Investigaciones en Desarrollo Urbano, Tecnología y Vivienda.

definition of state question. The project will positively impact the construction sector especially in the value chain related components for the building envelope will cause a quantum leap by incorporating an input, output of recycled cereal stubble with low energy cost. Simultaneously with the farming activity shall be established from the use of a byproduct that is discarded and generates largely CO2 in the burning.

Keywords: sustainable construction, building performance, renewable technologies.

1. Introducción

La industria de la construcción ha realizado en los últimos años un desarrollo importante, caracterizado por ser uno de los sectores más significativos en la realización de inversiones, situación que la coloca en uno de los ejes de reactivación económica. Juega un rol importante en la generación de empleo, y por la diversidad de espacios económicos que la conforman se transforma en una cadena productiva que genera valor agregado en cada una de las etapas de su proceso de producción.

La industria de la construcción, contribuye a producir las grandes transformaciones sobre el medio ambiente y tiene una gran influencia en los consumos de recursos naturales y emisiones al ambiente, que impacta no sólo en el agotamiento de recursos, sino en emisiones de gases que intensifican el calentamiento global, la lluvia ácida, el smog y generación de residuos. La Provincia de Buenos Aires y en general la región de la pampa húmeda es una de las más importantes productoras de cereales del país. La actividad cerealera produce una cantidad importante de sub-productos los cuales tienen destinos diversos (alimentación humana, animal, uso industrial, etc.). Sin embargo, una proporción importante de los residuos del cultivo que quedan en el lote con posterioridad a la cosecha de los granos ("rastrojo") se desecha. Este residuo suele ser eliminado a través de la quema, generando contaminación ambiental. Este recurso, al ser transformado en un material factible de ser usado en la construcción, se caracteriza por su larga durabilidad, alta resistencia al fuego y excelente comportamiento térmico. Esta última característica, ayudaría no sólo a mejorar el confort ambiental, sino también, a generar un ahorro de energía, optimizando el uso de combustible destinado a calefacción.

Se entiende la necesidad de buscar alternativas de materiales más eficientes y con procesos de producción de menor impacto ambiental, con vistas a alcanzar un hábitat más sustentable. La conceptualización de Sostenibilidad requiere tener presente que el Proyecto se basa en la utilización de Madera de Forestación⁽⁵⁾ y Rastrojo de cereal. Los parámetros economía y eficiencia depende de las siguientes consignas:

- a) Elección de un sistema de piezas de madera en escuadrías comerciales, que aproveche la alta resistencia mecánica de este material a esfuerzos de tracción y compresión, placas de derivados y diversas alternativas de revestimiento.
- b) Utilización del Rastrojo de cosecha de cereales disponibles según lugar y época del año (trigo, avena, cebada, etc.) El proyecto impactaría positivamente en el sector de la construcción especialmente en la cadena de valor relacionada con componentes para la envolvente edilicia, dado que provocaría un salto cualitativo con la incorporación de un

⁵ Entendiéndose como tal aquellas especies madereras proveniente de bosque implantado de explotación preponderante en Argentina o Países del Mercosur.

insumo, producto del reciclado de rastrojo de cereal con bajo costo energético⁽⁶⁾. Simultáneamente se contribuiría con un aporte a la actividad agropecuaria a partir de la utilización de un subproducto que se desecha en gran parte.

2. Objetivo general y específico:

Evaluar la factibilidad de incorporar el subproducto cerealero, fardo de paja, como insumo para la fabricación de cerramientos verticales en la construcción de viviendas.

Evaluar el desempeño de un cerramiento vertical, integrado por elementos estructurales de madera y fardo de paja de cereal, como aislante.

3. Metodología:

En este proyecto se estudia el uso del rastrojo de cereal ("balas de paja"), como material para cerramientos de la envolvente edilicia, combinado con elementos estructurales conformados por piezas de madera.

Se realiza un análisis de la obtención y rendimiento comparativo del subproducto "rastrojo", según tipos de cereal.

Se analiza la bibliografía que permite conocer el estado de la cuestión a nivel nacional e internacional, sobre normativas relacionada con el desempeño, solicitudes y ensayos vigentes.

Se concreta la realización de "fardos/balas de paja", de acuerdo a la técnica Nebraska (sistema autoportante), para construir un local habitable, a los efectos de poder realizar las primeras mediciones y pruebas.

El producto final "panel de cerramiento vertical" se desarrollará mediante la técnica CST, que combina bastidor de madera y "balas de paja"

4. Resultados parciales: Análisis de obtención y rendimiento comparativo del subproducto rastrojo.

Posibles cereales para obtener "Rastrojo"

Los posibles cereales para obtener rastrojo serían aquellos que cumplan con ciertos requisitos como por ejemplo abundancia en la región, alta producción de material por unidad de superficie, facilidad de recolección, aptitud del material recolectado para ser utilizado en construcción de viviendas, no perjudicial para la salud humana o animal y escaso o nulo uso alternativo. Considerando estos aspectos localmente se destacan los cultivos de trigo y de cebada.

Regiones y superficies cultivadas en Argentina y en especial en la Pampa Húmeda

Figura 1. Regiones y superficies cultivadas en Argentina

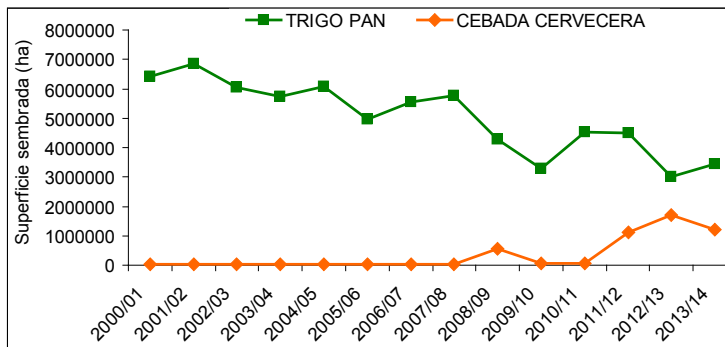


Fuente: elaboración propia Ing. A. Marino. FCA-UNMDP-INTA

⁶ ASADES. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 15, Argentina, 2011.

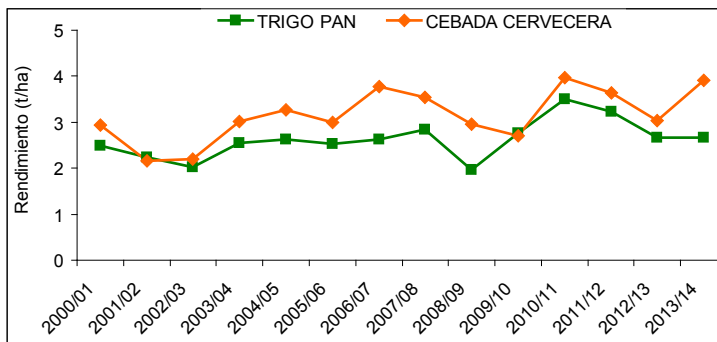
Por su alta adaptación a las condiciones ambientales de la región, el trigo es una de los cultivos agrícolas más difundidos en la Argentina con alrededor de 4.000.000 has (Figura 2 y 3).

Figura 2. Superficie sembrada con trigo correspondiente al período 2000-2014. 1 punto= 1000 has.



Fuente: elaboración propia Ing. A. Marino. FCA-UNMDP-INTA

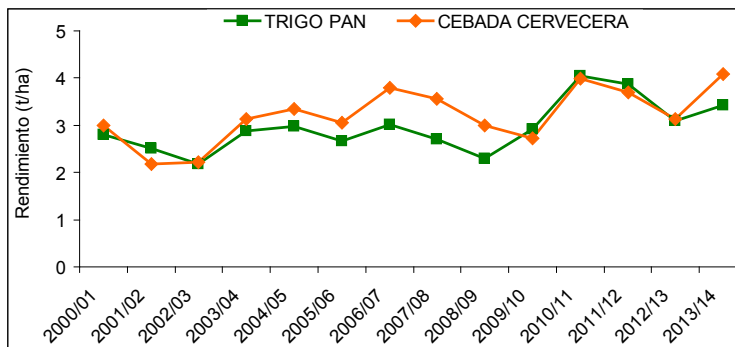
Figura 3. Evolución de la superficie cosechada (a) y del rendimiento (b) de trigo para el total del país durante el período 2000 - 2014. Sistema Integrado de Información Agropecuaria. Programa de Servicios Agrícolas. Provinciales Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca



Fuente: elaboración propia Ing. A. Marino. FCA-UNMDP-INTA

Entre las regiones productoras de trigo en el país se destaca la provincia de Buenos Aires que representa más de la mitad de la superficie ocupada por el cultivo (cerca a los 2.000.000 de ha, Figura 4) y en particular por densidad de ocupación y los elevados rendimientos logrados el Sudeste Bonaerense es una de las principales zonas productoras de este cereal.

Figura 4. Evolución de la superficie cosechada (a) y del rendimiento (b) de trigo en la Provincia de Buenos Aires durante el período 2000 - 2014. Sistema Integrado de Información Agropecuaria.



Fuente: elaboración propia Ing. A. Marino. FCA-UNMDP-INTA

Rendimiento de Rastrojo por Tonelada de cereal y/o por superficies en las regiones.**Cuadro 1:** Rendimientos y Calidad por tipo de cultivo

Cultivo	Rendimiento grano (kg)	Materia seca Rastrojos (kg)	C de rastrojos (kg)	N de rastrojos (kg)	Relación C/N	Valoración C/N
TRIGO	3300	4620	2680	26,3	102	Alta
CEBADA	3400	4420	2564	23,4	109	Alta
AVENA	3700	5550	3219	32,2	100	Alta
COLZA	1700	2550	1479	18,9	78	Intermedia
GIRASOL	2200	3740	2169	30,7	71	Intermedia
MAIZ	6800	9520	5522	60,9	91	Alta
SOJA	2200	3300	1914	42,9	45	Baja

Fuente: Forján y Manso. Ensayos Rotaciones CEI Barrow.

Épocas de cosecha

Pueden distinguirse aquellos que crecen en verano (soja, maíz, girasol) y los que desarrollan su ciclo en invierno – primavera (trigo, cebada, avena, colza). El material convenientemente acondicionado (15% de humedad y con escasa exposición a la intemperie) puede permanecer conservado por varios años.

Elaboración de “fardos/balas de paja”

La materia prima se obtuvo de un cultivo orgánico de trigo en la zona de “Sierra de los Padres”, Mar del Plata, la producción corresponde a 25 Has de cosecha, que permitió obtener 1.200 fardos, utilizando una máquina enfardadora y la participación de dos personas para eso, más cuatro operarios para acopio, acarreo y transporte.

Reglamentaciones y Normativa⁷ pertinente para verificación de construcción con “balas de paja”.

En el caso de aislación térmica se testea tanto el aislamiento térmico (DIN 52612), como los requerimientos de aislamiento en edificio según diseño (DIN 4108- aislamiento higrotérmico; ISO 8302: Transmitancia térmica; IRAM 11559: Conductividad térmica NCH 850/Of.83: (Chile) “Aislación térmica – método para la determinación de la conductividad térmica en estado estacionario por medio del anillo de guarda”); en este caso los valores de λ , fluctúan de $\lambda = 0,037$ [W / (m K)] a $\lambda = 0,065$ [W / (m K)]. Respecto a solicitaciones hidrófugas, se adopta barrera de capa horizontal, muros elevados (30 cm), uso eventual de placas verticales con revoques, canaletas perimetrales rellenas con gravas. Dada la característica propia del material, una de las principales preocupaciones se refiere a la combustión del mismo, por lo que se verifica comportamiento pirógeno y resistencia al fuego (DIN 4102- Clasificación de los materiales de acuerdo a resistencia. No inflamable. Poco Inflamable. Normalmente Inflamable. Fácilmente Inflamable; NCH 935/1. Of.97: (Chile) “Prevención de incendios en edificios – ensayo de resistencia al fuego _parte 1: elementos en general”). En este caso se tiene en cuenta los acabados de las terminaciones superficiales que inciden en el comportamiento revoques de arcilla, barro, cal, etc. Desde el punto de vista estructural se realizan ensayos de impacto

⁷ El trabajo de clasificación, análisis y verificación de normativa fue realizado por Arq. Asis Sabine, Arq. Milanessi Analía y los Becarios alumnos, Azzinari Alesio.

sobre probetas vertical (IRAM 11596/07: Resistencia al choque blando; IRAM 11585/91: Paneles para muros y tabiques de edificios).

Conclusiones parciales

De los avances realizados hasta el momento puede precisarse que el uso de rastrojo en la construcción implica ventajas: se trata de un material orgánico, con baja carga energética asociada, con excelente comportamiento térmico (cómo se ha indicado) lo que contribuye al ahorro energético en periodo de uso de los edificios. Presenta un alto rendimiento acústico (Deverell, Goodhew, Griffiths y Wilde, 2009). Es un material que posibilita factibilidad de reciclado y/o reuso, y respecto a su disposición final es claramente biodegradable. Asimismo a diferencia de materiales aislantes artificiales, no resulta tóxico en los procesos productivos y presenta menores riesgos asociados a la salud en el proceso constructivo. Cabe considerar algunos temas a resolver como lo son las limitaciones en medios urbanos y la estacionalidad de las cosechas, y la disposición de maquinaria adecuada como así también la relación agricultor productor. Aún antes estos inconvenientes sus ventajas son proporcionalmente más importantes que los aspectos negativos.

Bibliografía

- ALLEN A. (2010). Sustentabilidad y Desarrollo sustentable. Módulo Sustentabilidad Ambiental y Hábitat de la Maestría en Hábitat y Vivienda. Mar del Plata FAUD/UNMDP.
- BORTHAGARAY, J. M. y Otros. (2006) Hacia la Gestión de un Hábitat Sostenible. Buenos Aires Editorial Nobuko.
- CASTRO Francisco Javier (2007). Construcción con Balas de Paja. Proyecto fin de Carrera. Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de A. Coruña.
- GERNOT MINKE (2006). Manual de Construcción con Fardos de Paja. Montevideo. Fin de Siglo.
- GONZÁLEZ ENRIQUE. (2005). Taller Promoción de tecnologías de eficiencia energética y energías renovables. Uso eficiente de la energía en Argentina. Dirección Nacional de Promoción.
- GONZÁLEZ A. D., TOGNETTI C., VAN DEN HEEDE, S. (2011) Beneficios ambientales del uso de paja de cereal para muros en edificios de la Patagonia andina, en Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol 15. (pp7.55-7.63).
- ANDRÉ DE BOUTER (2008) Bâtir en Paille. Guide Pratique de la construction en bottes de paille. Paris. Imprimerie Valantin.

Autores

M. Teresita Falabella, Arquitecta, Docente- investigadora categoría II, FAUD/UNMDP. Docente de posgrado del European Master EMDiReB in Diagnosis and Repair of Building. mafalabel@mdp.edu.ar

Analía Díaz, Arquitecta con experiencia en México y Brasil en proyectos Greenbuildings (Leed) Docente en el área tecnológica y co-creadora de la Red Argentina de Construcción con paja. anaverodiaz@gmail.com

Alejandra Marino, Ingeniera Agrónoma. Experticia en manejo eco fisiológico de la producción. Conducción de experimentaciones temáticas estudiadas a campo. marino.mariaa@inta.gov.ar

Silvia Stivale, Arquitecta, Magíster en Gestión Ambiental Urbana, presta funciones en el Instituto de Investigaciones en Desarrollo Urbano y vivienda. silvia.stivale@gmail.com