

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Una Institución Adventista

Determinación de las ventajas del uso de fibras de acero en comparación con el uso de fibras de vidrio en el concreto armado, a través de la recolección de investigaciones realizadas en el siglo XXI

Trabajo de Investigación para obtener el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería Civil

Por:

Ingri Tatiana Godos Malca

Asesor:

Ing. David Díaz Garamendi

Lima, noviembre del 2020

DECLARACION JURADA
DE AUTORIA DEL TRABAJO DE
INVESTIGACION

David Díaz Garamendi, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura,
Escuela profesional de Ingeniería civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente trabajo de investigación titulado: “Determinación de las ventajas del uso de fibras de acero en comparación con el uso de fibras de vidrio en el concreto armado, atreves de la recolección de investigaciones realizadas en el siglo XXI” constituye la memoria que presenta la estudiante Ingri Tatiana Godos Malca para aspirar al grado de bachiller en Ingeniería Civil, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este trabajo de investigación son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Lima, 20 de noviembre del 2020.



David Díaz Garamendi

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a.....los.....19.....día(s) del mes de.....Noviembre.....del año 2020...siendo las.....17:00horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión campus Lima, bajo la dirección del(de la) presidente(a):..... Ing. Fiorella Maira Zapata Antezana....., el(la) secretario(a) Ing. Carlos Franck Yoctun Rios..... y los demás miembros: Ing. Roberto Roland Yoctun Rios....y el (la) asesor(a)... Ing. David Diaz Garamendi.....con el propósito de administrar el acto académico de sustentación del trabajo de investigación titulado: "Determinación de las ventajas del uso de fibras de acero en comparación con el uso de fibras de vidrio en el concreto armado, atreves de la recolección de investigaciones realizadas en el siglo XXI". de los (las) egresados (as):

.....a)..... **INGRI TATIANA GODOS MALCA**.....
b).....

conducente a la obtención del grado académico de Bachiller en:

.....**INGENIERÍA CIVIL**.....
 (Denominación del Grado Académico de Bachiller)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato/a (a): **INGRI TATIANA GODOS MALCA**.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Líteral	Cualitativa	
APROBADO	14	C	ACEPTABLE	BUENO


Candidato/a (b):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Líteral	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó ... al.... candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

 Presidente
 Ing. Fiorella Maira
 Zapata Antezana



 Secretario
 Ing. Carlos Franck
 Yoctun Rios

 Asesor
 Ing. David Diaz
 Garamendi

 Miembro

 Miembro
 Ing. Roberto Roland
 Yoctun Rios

 Candidato (a)
 Ingri Tatiana Godos
 Malca

 Candidato/a (b)

Determinación de las ventajas del uso de fibras de acero en comparación con el uso de fibras de vidrio en el concreto armado, atreves de la recolección de investigaciones realizadas en el siglo XXI

GODOS MALCA INGRI TATIANA*

*EP. Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión
Peru*

Resumen

Los diseños de para mejorar el concreto armado en la actualidad han sido con gran variedad por lo que en este estudio solo determinaremos dos, el concreto reforzado con fibras de acero y el concreto reforzado con fibras de vidrio, la adición de estas fibras busca mejorar las propiedades de estos materiales; su solides está relacionada fundamentalmente con cargas, tenciones críticas. Con el propósito de mejorar estos métodos de resistencia y tracciones se determinó llevar a cabo una extensa investigación para poder determinar entre estos dos adherentes cual cumple con mayor capacidad de resistencias en: Tracción, compresión, sismo, tiempo de vida útil y lo económico que puede ser. Esta investigación incluyo investigaciones de ambos componentes con el objetivo de determinar las ventajas del uso de fibras de acero en comparación con el uso de las fibras de vidrio en el concreto armado, empleando la evaluación de tesis y artículos realizadas en base a los temas ya mencionados. Las variables utilizadas para este análisis fueron de los tipos de concreto con su respectivo componente. El articulo presenta y analiza resultados ya obtenidos en otras investigaciones mostrando el uso de estos componentes y sus beneficios que estas pueden brindar donde se evaluó los términos principales de requerimientos ambientales y de resistencia que estas pueden brindar. Se encontró que las viviendas elaboradas con concreto armado con el componente de las fibras de acero no solo son seguras ante sismos si no también que promuevo la reducción de costos de la construcción, ya sea en operación y mantenimiento con una vida útil más prolongada.

Palabras clave: adherentes; reforzado; tenciones criticas; resistencia á tracción; resistencia á compresión, resistencias a sismo, vida útil, económico, concreto reforzados con fibras de acero, concreto reforzado con fibras de vidrio.

Abstract

The designs to improve reinforced concrete at present have been with a great variety, so in this study we will only determine two, concrete reinforced with steel fibers and concrete reinforced with glass fibers, the addition of these fibers seeks to improve the properties of these materials; its solidity is fundamentally related to loads, critical tensions. In order to improve these resistance and traction methods, it was determined to carry out an extensive investigation to be able to determine between these two adherents, which one meets with the greatest resistance capacity in: Traction, compression, earthquake, useful life time and how economically it can be. This research included investigations of both components in order to determine the advantages of the use of steel fibers compared to the use of glass fibers in reinforced concrete, using the evaluation of theses and articles carried out based on the aforementioned topics. The variables used for this analysis were the types of concrete with their respective component. The

article presents and analyzes results already obtained in other investigations showing the use of these components and their benefits that they can provide, where the main terms of environmental requirements and resistance that they can provide were evaluated. It was found that houses made with concrete reinforced with the component of steel fibers are not only safe against earthquakes but also that they promote the reduction of construction costs, either in operation and maintenance with a longer useful life.

Keywords: adherents; reinforced; critical concerns; resistance to traction; compressive strength, earthquake strength, useful life, economic, steel fiber reinforced concrete, glass fiber reinforced concrete.

**Correspondencia de Ingri Tatiana Godos Malca: Km. 19 Carretera Central, Ñaña, Lima.
E-mail: ingrigodos@upeu.edu.pe*

INTRODUCCION

El objetivo de este artículo es determinar las ventajas del uso de fibras de acero en comparación con el uso de fibras de vidrio en el concreto armado, mediante la revisión bibliográfica con métodos cualitativos, la cual se realizara con el desarrollo de la investigación; Donde se dará a conocer cuáles son sus ventajas, posterior a ello podremos realizar un análisis de estos a partir del panorama actual de las construcciones realizadas en la actualidad, donde se destaca la necesidad del desarrollo urbanos sostenible y la necesidad de desarrollar técnicas de construcción integrales que garanticen la seguridad estructural.(Błaszczynski & Przybylska-Fałek, 2015)

El método de la adición de fibras de acero y las fibras de vidrio como refuerzo de hormigones, morteros y pastas de cementos, se determinó que estas pueden incrementar muchas propiedades, las cuales benefician las construcciones de estructuras mejorando la seguridad y que estas también promueven los beneficios ambientales y la calidad de vida, la cual implica la adopción de técnicas de construcción que sean amigables con el medio ambiente, donde se establecerá las especificaciones detalladas de la construcción con sistemas constructivos que garanticen la construcción de estructuras que sean más seguras y no afecten el medio ambiente promoviendo a nuestro país a un mejor desarrollo y con una demanda mayor de estructuras seguras que cuenten con un menor costo, y con una vida útil más prologada.

El estado actual de las estructuras de viviendas tienden a fallar en la resistencia; En muchos casos en los sismos, debido a que estas estructuras no se encuentran diseñadas o implementadas para estos fenómenos naturales, los cuales en nuestro país son habituales pero son en menor escala, sin embargo si se diera uno que sea realmente fuerte como en otros países nuestras edificaciones tendrían a fallar rápidamente debido a la mal desempeño de las edificaciones y en muchos casos que no cumplen con los requisitos necesarios, ya sea por ser mal construidos, o no cumplir con la resistencia necesaria para soportar este tipo de fenómeno natural, por lo que se tendría muchas pérdidas de vidas humanas como pérdidas materiales.

Por lo que se necesita implementar nuevos métodos, los más comunes que se han ido desarrollando es utilizando fibras de diferentes materiales, reforzando así el concreto ya sea con fibras de acero, vidrio, plástico, sintéticas, y poliméricas; las cuales son comunes en la actualidad y muchas de ellas ya estas siendo utilizadas en algunas estructuras a nivel mundial ya que estas no solo aportan la resistencia sino que también reciclan y mejoran el medio ambiente, garantizando una mejor calidad de vida para todos. Estas fibras se pueden obtener a un bajo costo las cuales son fáciles de manipular y utilizar en las construcciones de estructuras y/o infraestructuras.(Construcción & Rehabilitación Sismo Resistente De Viviendas De Mampostería, n.d.)

Concreto reforzado con fibras de acero

El concreto reforzado con fibras de hacer incrementan su resistencia a esfuerzo cortante y la capacidad de deformación de elementos estructurales.

A partir del desempeño observado en vigas de concreto reforzado con fibras, el Reglamento ACI-318 (2008) permite el uso de fibras de acero en sustitución del acero de refuerzo mínimo por cortante en vigas, el cual se dispone de forma convencional utilizando estribos de acero. El ACI-318 permite dicha sustitución, siempre y cuando la resistencia nominal a la compresión del concreto (f_c') sea menor que 40 MPa, el peralte de la viga sea menor que 60 cm y el esfuerzo cortante de diseño sea menor que $f 0.17\sqrt{f_c'}$ MPa. (Cordova, Cuéllar, & Barrios, 2012)

Según estudios realizados se llegó a conocer que el concreto con fibras de acero tiende a tener una resistencia Superior y de desplazamientos similaterales a la medida del concreto simple, las fibras de acero permiten que este actué como refuerzo a las tenciones y a las capacidades de deformación post-agrietamiento.

Variable	Descripción de la variable		
	Referencia	RC-65/35-BN	RC-80/60-BN
Fibra de acero	Longitud, l_f (mm)	35	60
	Diámetro, d_f (mm)	0.55	0.75
	Relación de aspecto (l_f / d_f)	64	80

Figura 1 Descripción de variables de las fibras de acero

Concreto reforzado con fibras de vidrio

El concreto reforzado con fibras de vidrio son más fuertes y más resistentes a las fuerzas de deformación cuando las fibras de polímeros están paralelas a las fuerzas aplicadas, pero son más débiles cuando están perpendiculares, esto va a depender del diseño de la mezcla y el método de fábrica.(Afá & Loyola, 2016)

La fibra de vidrio nace desde la industria textil como solución a algunos problemas que presenta el concreto al ser sometido a tensión, a flexión o cuando la retracción ocasiona fisuras, además de problemas relacionados con la impermeabilidad y ataques químicos. La fibra de vidrio incluye dentro de sus propiedades baja densidad, funciona muy bien como material dieléctrico, de alto desempeño mecánico en relación a fatiga, temperatura y humedad, con propiedades anticorrosivas, todo esto dependiendo de sus presentaciones y grupos de uso. (García Chambilla, 2017)

Las fibras de vidrio están conformadas de hebras delgadas las cuales están hechas a base de sílice o de formulaciones especiales de vidrio.(Voo & Foster, 2017)

Las fibras más conocidas y utilizadas para reforzar el acero son las fibras de acero, vidrio, plástico, sintéticas y poliméricas. Sin embargo, ambas tienen sus ventajas y desventajas en esta ocasión hablaremos de dos:

Propiedades fisico-mecánicas	
Densidad (gr/cm ³)	1.55
Espesor promedio (mm)	3.01
Longitud de fibra (mm)	
Esfuerzo máximo σ (MPa)	78.24
Módulo de elasticidad E(MPa)	5,272.0
Energía de impacto (J)	2.38
Coefficiente de Poisson	0.3378
Módulo de elasticidad transversal G(MPa)	1,970.0

Figura 2 Descripción de variables de las fibras de vidrio

DESVENTAJAS

Tabla 1

Determinación de las desventajas de los 2 aditivos en estudio

Tipo de aditivo	Desventajas
Fibras de acero	<ul style="list-style-type: none"> • Puede sufrir corrosión • Fibras de acero en la superficie • Formación de erizos
Fibras de vidrio	<ul style="list-style-type: none"> • Puede sufrir deterioro por la alcalinidad de la matriz del concreto • Reacciona con los álcalis del cemento, por lo que atacan y provocan que esta se dañe. • Tiende a ser un aditivo caro

VENTAJAS

Tabla 2

Determinación de las ventajas de los 2 aditivos en estudio

Tipo de Aditivo	Descripción
Fibras de acero	<ul style="list-style-type: none"> • Reduce la formación de fisuras • Incremento a la resistencia por abrasión • Mejora la resistencia a la tracción, flexión y corte produciendo alta capacidad portante. • No hay fallos ni puntos débiles en la armadura y el comportamiento mecánico

- Fibras de vidrio
- Es fácilmente hilable en fibras de alta resistencia
 - Tiene un bajo peso
 - En comparación con otros hormigones con componentes es que no hay que respetar grosores mínimos con el fin de evitar corrosión, si no que se tienen realizar piezas muy esbeltas

Clasificación de las fibras en el mercado

Tabla 3

Características de las fibras según el mercado

Fibras	Densidad (10 ³ kg/m ³)	Módulo Elástico (KN/mm ²)	Resistencia a Tracción (MPS)	Elongación a ruptura (%)
Acero	7.84	200	345-3000	0.5-3.5
Vidrio	2.6	70-80	1000-2600	2-3.5

Densidad y Modulo elástico

Durante la investigación realizada se obtuvo los siguientes resultados de densidad y módulos elásticos

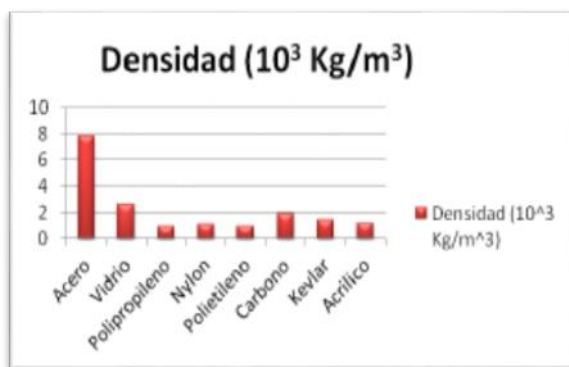


Figura 4 Densidad de algunas fibras

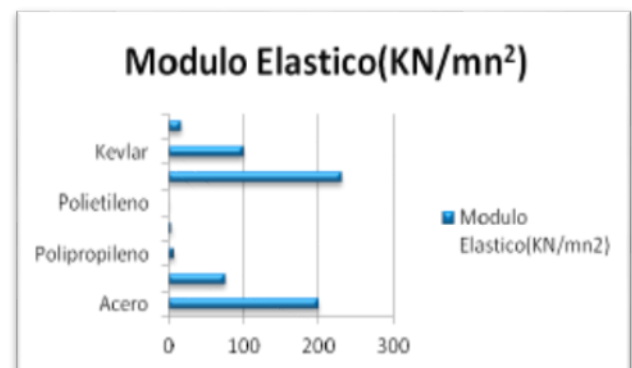


Figura 3 Modulo Elástico de Fibras

Análisis de diferencias

El estudio del comportamiento del concreto con fibras de vidrio y fibras de acero arroja que el concreto con fibras de acero es más eficiente y cumple con todos los requisitos que se realizó investigar para este artículo y a continuación se presenta los datos comprobados realizado según estudios ya elaborados.

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

Tabla 4

Resultados de resistencia a tracción

TIPO DE FIBRA	(Irias Pineda, 2013)	(Cordova et al., 2012)	(Neyra et al., 2020)	(Pablo & De La, 2012)	(Robayo, Matthey, & Delvasto, 2013)
Fibra de Acero	0.5-2 kn/mm ²	1100 MPa	-	500-3000 MPa	1150 MPa – 42%
Fibras de vidrio	2.0-4.0 kn/mm ²	-	30 MPa	2000 MPa	-

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Tabla 5

Resultados de resistencia a compresión

TIPO DE FIBRA	(Irias Pineda, 2013)	(García Chambilla, 2017)	(Neyra et al., 2020)	(Afá & Loyola, 2016)	(Cordova et al., 2012)
Fibra de Acero	50 - 85 MPa	-	-	-	35-85 MPa
Fibras de vidrio	50 - 80 MPa	214.89kg/cm ² – 21.07 MPa	40-55 GPa	50-30 MPa	-

RESISTENCIA A SISMO

Tabla 6

Resultados de resistencia a sismo

TIPO DE FIBRA	(Lina et al., 2013)	(Neyra et al., 2020)	(julian carrillo)	(Sarta & Silva, 2017)
Fibra de Acero	-	-	70% - 80%	75% - 90%
Fibras de vidrio	55% 70%	60% - 75%	-	-

TIEMPO DE VIDA ÚTIL

Tabla 7

Resultados de tiempo de vida útil

TIPO DE FIBRA	(Águila, 2010)	(Cordova et al., 2012)	(Pablo & De La, 2012)
Fibra de Acero	-	> 80 años	70 años
Fibras de vidrio	> 60 años	-	-

ECONÓMICO

Tabla 8

Resultados de costos de las fibras estudiadas

TIPO DE FIBRA	(Neyra et al., 2020)	Promart Home Center	(Águila, 2010)
Fibra de Acero	s/ 140 bolsa	-	1k – 14 soles
Fibras de vidrio	-	s/ 380 bolsa	1k – 19 soles

COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Tabla 9

Comparación de resultados obtenidos de estudios ya realizados

Temas a Analizar	Fibras de Acero	Fibras de Vidrio
Resistencia a Tracción	500-3000 MPa	2000 MPa
Resistencia a Compresión	35-85 MPa	50-80 MPa
Resistencia a Sismo	75%-90%	60%-75%
Tiempo de Vida Útil	>80 Años	>60
Económico	s/. 140	s/.380

CONCLUSIONES

Las fibras de acero son las que dan mejores resultados al ser utilizadas en las estructuras.

Las fibras de vidrio no son muy recomendadas ya usadas ya que estas tienden a reaccionar con los álcalis del cemento, las cuales provocan que estas se dañen.

Las fibras de vidrio en dosis de 11 y 12 (kg/m³) son menos efectivas a alcanzar una buena tenacidad, a diferencia de la fibra de acero que sobrepasa estos rangos con una dosis de 11 (kg/m³).

Los reglamentos deben ser establecidos para el análisis, diseño, construcción y evaluación, junto con especificaciones y métodos de ensayo para verificar el comportamiento sísmico.

Al realizar comparaciones y análisis de diversas investigaciones se llegó a conocer que independientemente de la cantidad o el tipo de fibras estas incrementan la resistencia del hormigón.

Con base en los resultados observados y leídos durante la ejecución de esta investigación se demostró que la viabilidad de un concreto con fibras de acero es más eficaz y económico a diferencia de las fibras de vidrio.

REFERENCIA

- Afá, Y., & Loyola, M. (2016). Influencia Del Porcentaje En Peso de Fibra De Vidrio Ar y Aditivo Plastificante Cocreplast 102, Sobre La Resistencia a La Flexión En Paneles De Concreto Reforzado Con Fibra De Vidrio (Grc), 1–79.
- Águila, V. (2010). Características físicas y mecánicas de hormigones reforzados con fibras de:vidrio, carbono y aramida. *Trabajo Fin Master*, 122.
- Błaszczczyński, T., & Przybylska-Fałek, M. (2015). Steel Fibre Reinforced Concrete as a Structural Material. *Procedia Engineering*, 122(Orsdce), 282–289. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.10.037>
- Construcción, M. DE, & Rehabilitación Sismo Resistente De Viviendas De Mampostería, E. Y. (n.d.). Manual De Construcción, Evaluación Y Rehabilitación Sismo Resistente De Viviendas De Mampostería Asociación Colombiana De Ingeniería Sísmica La Red De Estudios Sociales En Prevención De Desastres En América Latina – La Red.
- Cordova, claudia, Cuéllar, A., & Barrios, M. (2012). comportamiento de la resistencia equivalente ala flexion entre las fibras de acero wirand producidas en italia y las producidas en Peru, 89.
- García Chambilla, B. F. (2017). Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto f^c = 210 Kg/cm² en la ciudad de Puno, 103. Retrieved from http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5431/Garcia_Chambilla_Bleger_Freddy.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Irias Pineda, A. sofia. (2013). Refuerzos De Elmentos Estructurales Con Hormigones Con Fibras O Solo Fibras. *Universidad Politécnica De Madrid Escuela Técnica Superior De Ingenieros De Caminos, Canales Y Puertos*. Retrieved from http://oa.upm.es/19998/1/Tesis_master_Ana_Sofia_Irias_Pineda.pdf
- Lina, P., Peñuela, G., León, C., Del, C., Reforzado, C., Fibras, C. O. N., & Sometido, D. E. A. Z.-. (2013). Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91129721008>.
- Muros-de-concreto-reforzado-con-fibras-de-acero-1ra-Edición sismo.pdf. (n.d.).

- Neyra, P., Ysabel, C., Párraga, T., Neyra, P., Párraga, T., & Estudio, W. (2020). *Estudio comparativo estructural de una sección circular de concreto armado con barras de fibra de vidrio (GFRP) en lugar de barras de acero expuesto a la corrosión por cloruros en la costa peruana.*
- Pablo, J., & De La, A. (2012). Aplicación de Fibras Estructurales a los Pilotes tipo CPI 8, 73.
- Robayo, R., Matthey, P., & Delvasto, S. (2013). Comportamiento mecánico de un concreto fluido adicionado ceniza de cascarilla de arroz (CCA) y reforzado con fi bras de acero. *Revista de La Construcción*, 12(2), 139–151.
- Sarta, N. H., & Silva, J. L. (2017). Análisis Comparativo Entre El Concreto Simple Y El Concreto Con Adición De Fibra De Acero Al 4% Y 6% Helo Nickolas Sarta Forero José Luís Silva Rodríguez Universidad Católica De Colombia Facultad De Ingeniería Programa Ingeniería Civil Alternativa Trabajo, 66. Retrieved from [https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14513/1/ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO SIMPLE Y EL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE ACERO AL 4%25 Y.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14513/1/ANÁLISIS%20COMPARATIVO%20ENTRE%20EL%20CONCRETO%20SIMPLE%20Y%20EL%20CONCRETO%20CON%20ADICIÓN%20DE%20FIBRA%20DE%20ACERO%20AL%204%25%20Y.pdf)
- Voo, Y. L., & Foster, S. J. (2017). Shear strength of steel fiber reinforced ultra-high performance concrete beams without stirrups. *Proceedings of the 5th International Specialty Conference on Fibre Reinforced Materials*, (99), 177–184.