



HORMIGONES SUSTENTABLES, MODIFICADOS CON GRAFENO

UTN– FRCU – Jornadas CyT - GIRE

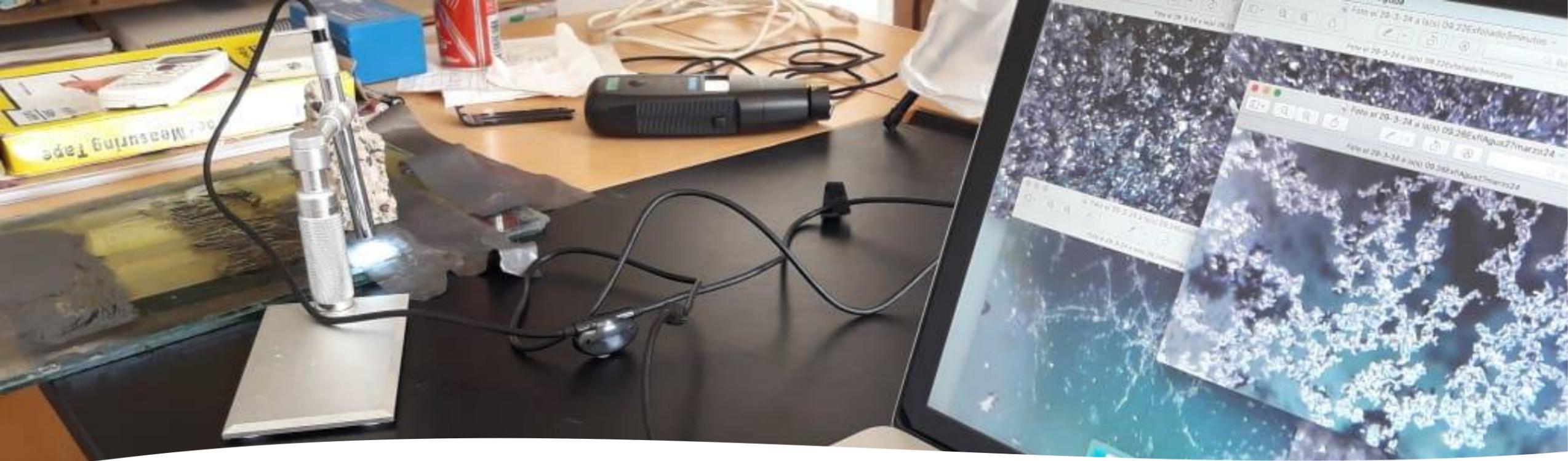
25 Septiembre 2024



G.I.R.E.

UTN-FRCU





INTEGRANTES:

- **Mg. Ing. María Inés Schierloh.**
- **Mg. Ing. Alejandro Zabalett.**
- **Ing. Rodolfo Echazarreta**
- **Especialista Ing Héctor Retamal**
- **Diego Conte.**

Becario BINID:

- **Ing. Lautaro Alza.**

Becarios Alumnos:

- **Lautaro Burgos**
- **Juan I. Bonzón**
- **Juan I. Cotbalán**
- **Victoria Kloster**

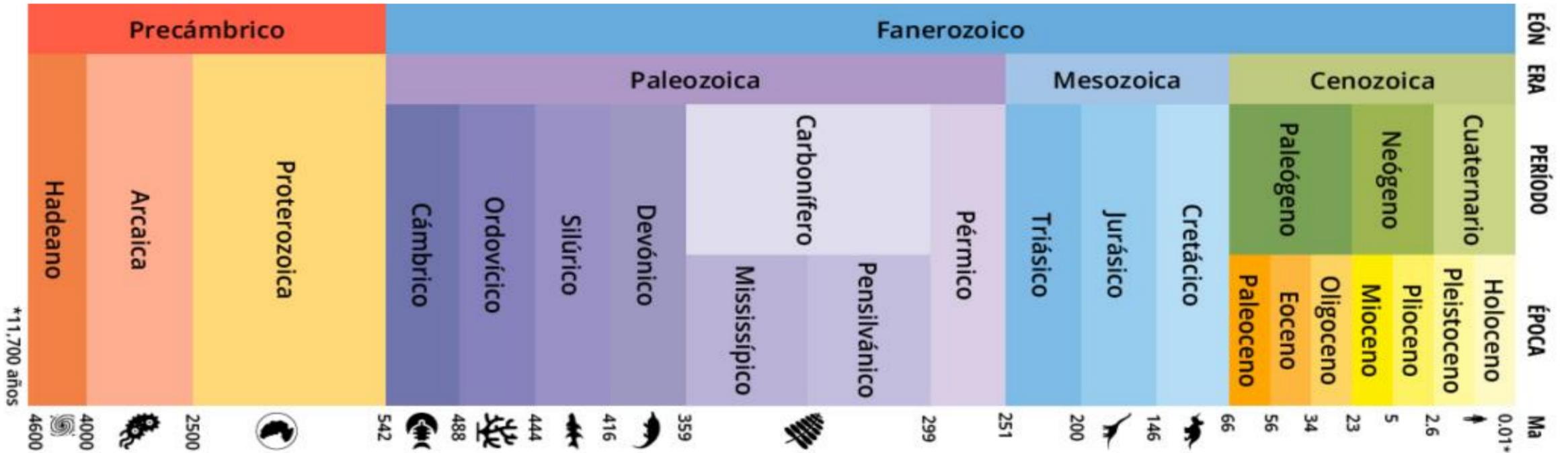
- **Lescano Luciana**
- **Gabriel Marin**
- **Agustín Mendez**
- **Ian Pinón**
- **Julián Revasio**
- **Juan Vodanovich**



Contenidos

- Cambio climático- línea temporal.
- Industria del Cemento Portland como fuente de CO₂.
- Resumen Técnico del PID
- Estado actual de conocimiento
- Objetivos
- Metodología
- Contribuciones del Proyecto

Eras Geológicas– Calentamiento Global Línea Tiempo



- Cretácico: 50 Ma (146 a 66 Ma)
- Paleoceno: 10 mil a (66 a 56 Ma)
- Ciclos cada 100 mil años: Glaciaciones (enfriamientos)- Interglaciaciones (calentamientos)
- Óptimo cálido medieval: 400 años (900 al 1300 N. era)
- Comienzo era industrial 1750 – 9t base calentamiento

Calentamiento Global - Transformación industrial (meta emisión 0 al 2050)

COP1 Berlín - 1995: El cambio climático

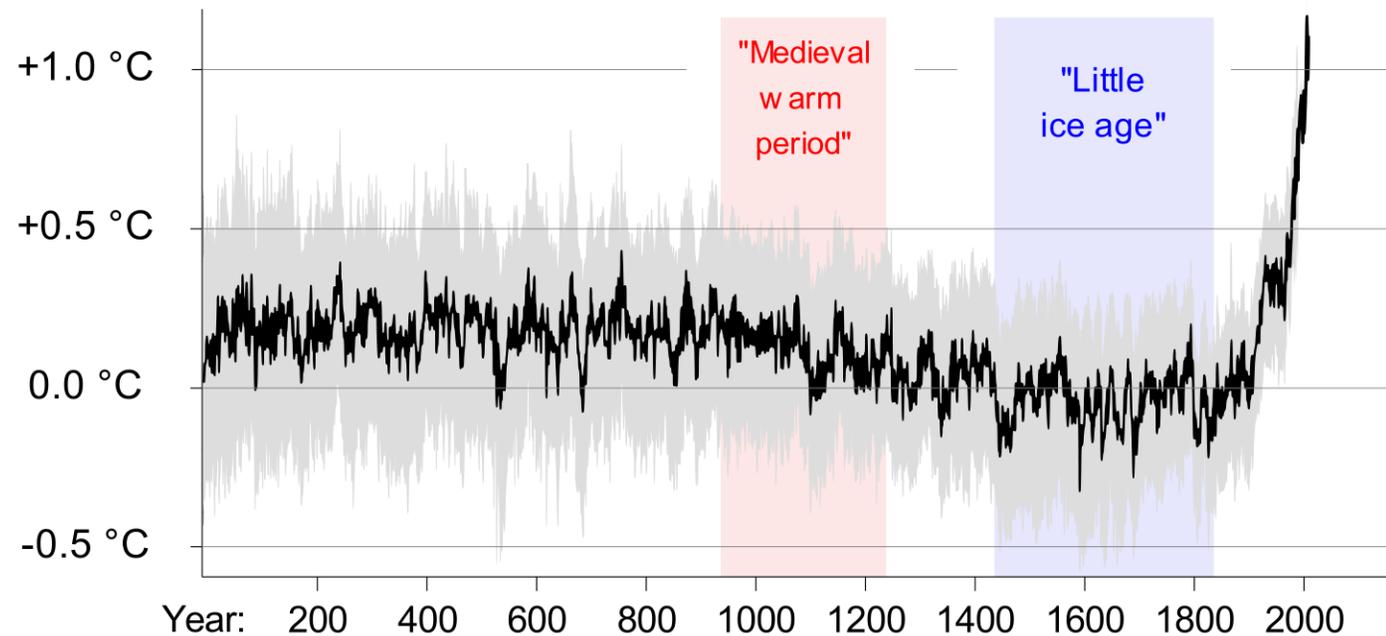
cambio climático

COP3 en Kioto - 1997: El gran acuerdo sobre el

COP21 cumbre París 2015 tratado global

16 ene 2024 — El Acuerdo de París establece un marco global para evitar el cambio climático manteniendo el calentamiento global por debajo de los 2 °C.

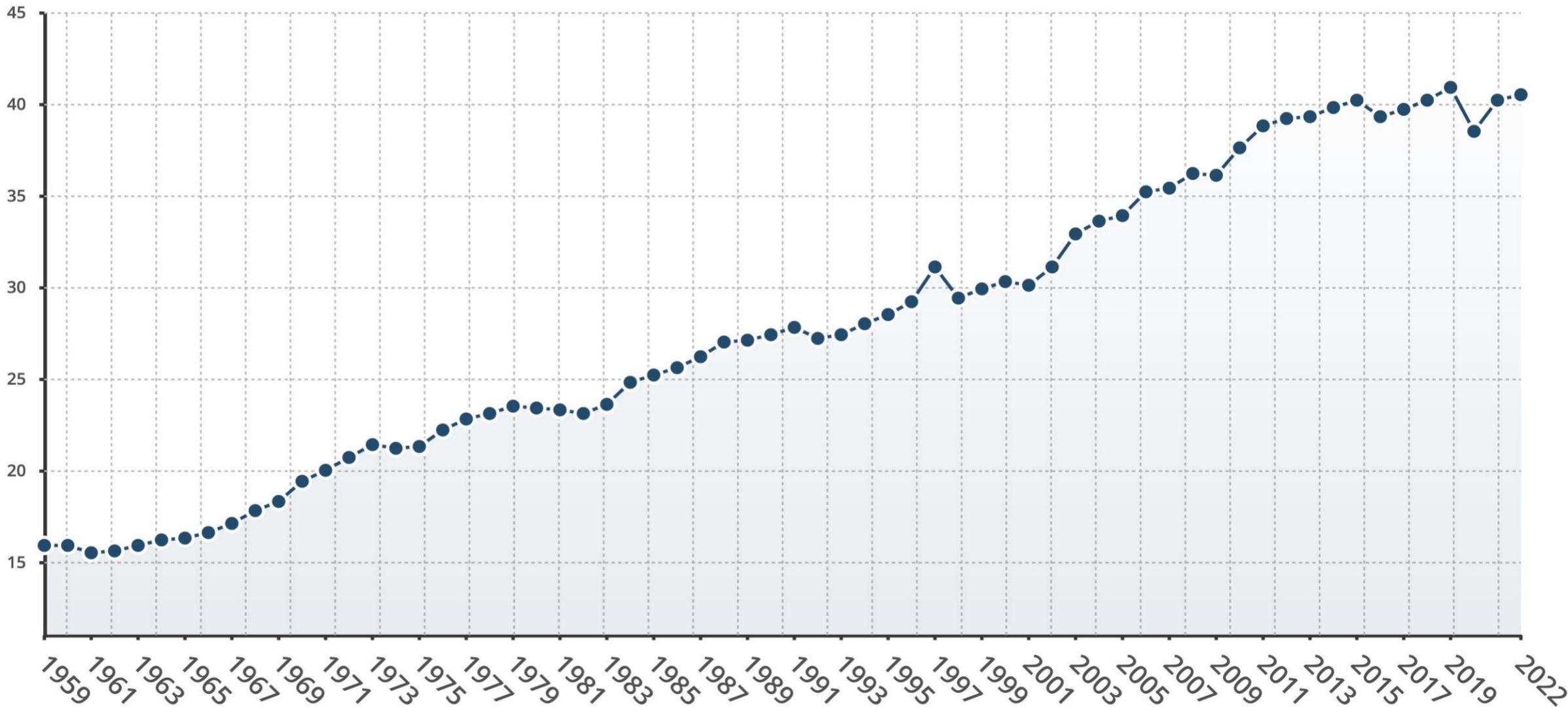
Global Average Temperature Change



From graphic by Ed Hawkins. Data: from PAGES2k (and HadCRUT 4.6 for 2001-). Reference period: 1850-1900

Evolución de las emisiones de CO2 en el mundo

Toneladas de CO2 (Miles de millones)



Emisiones GEI – República Argentina

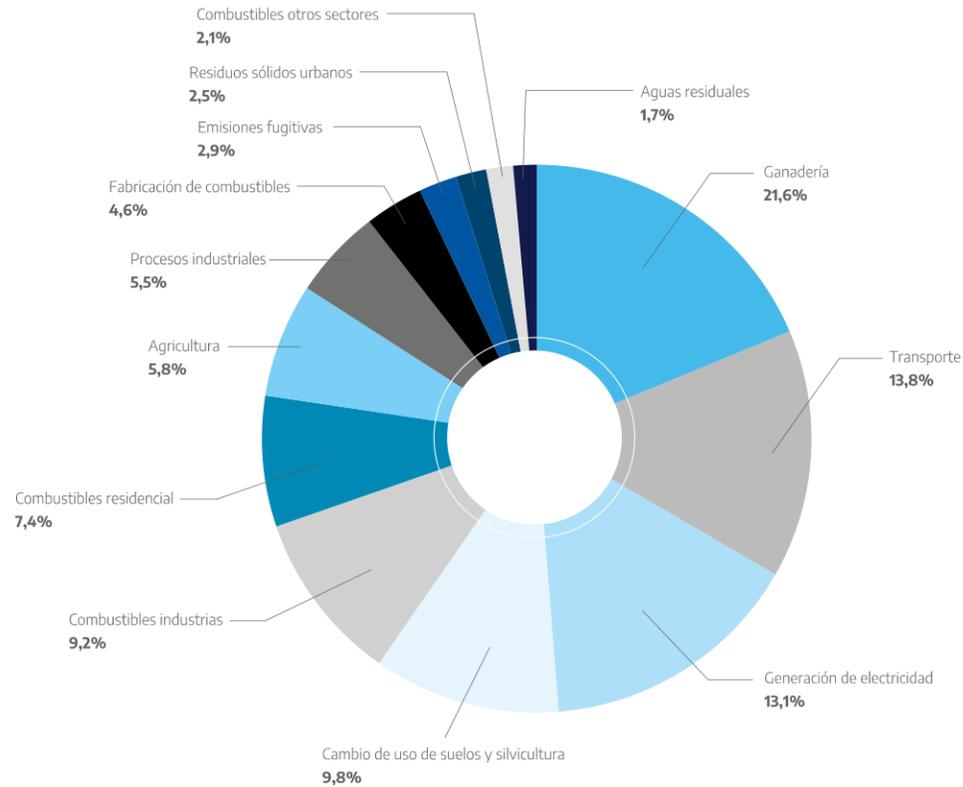
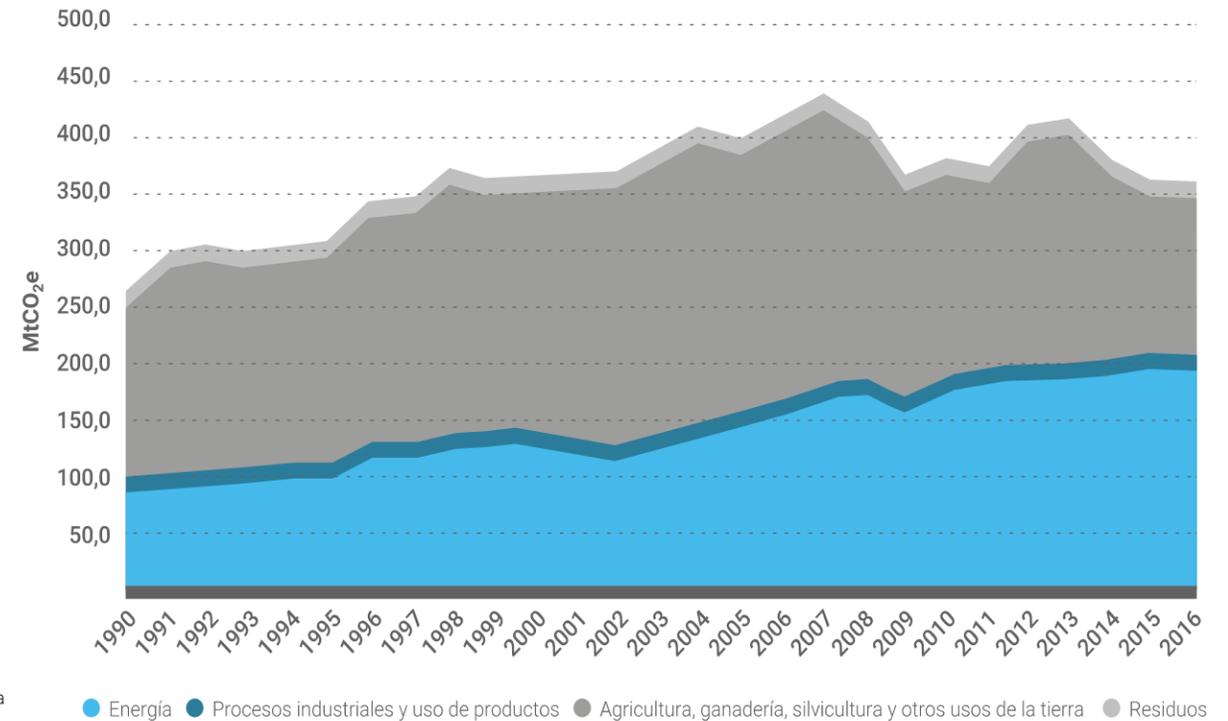
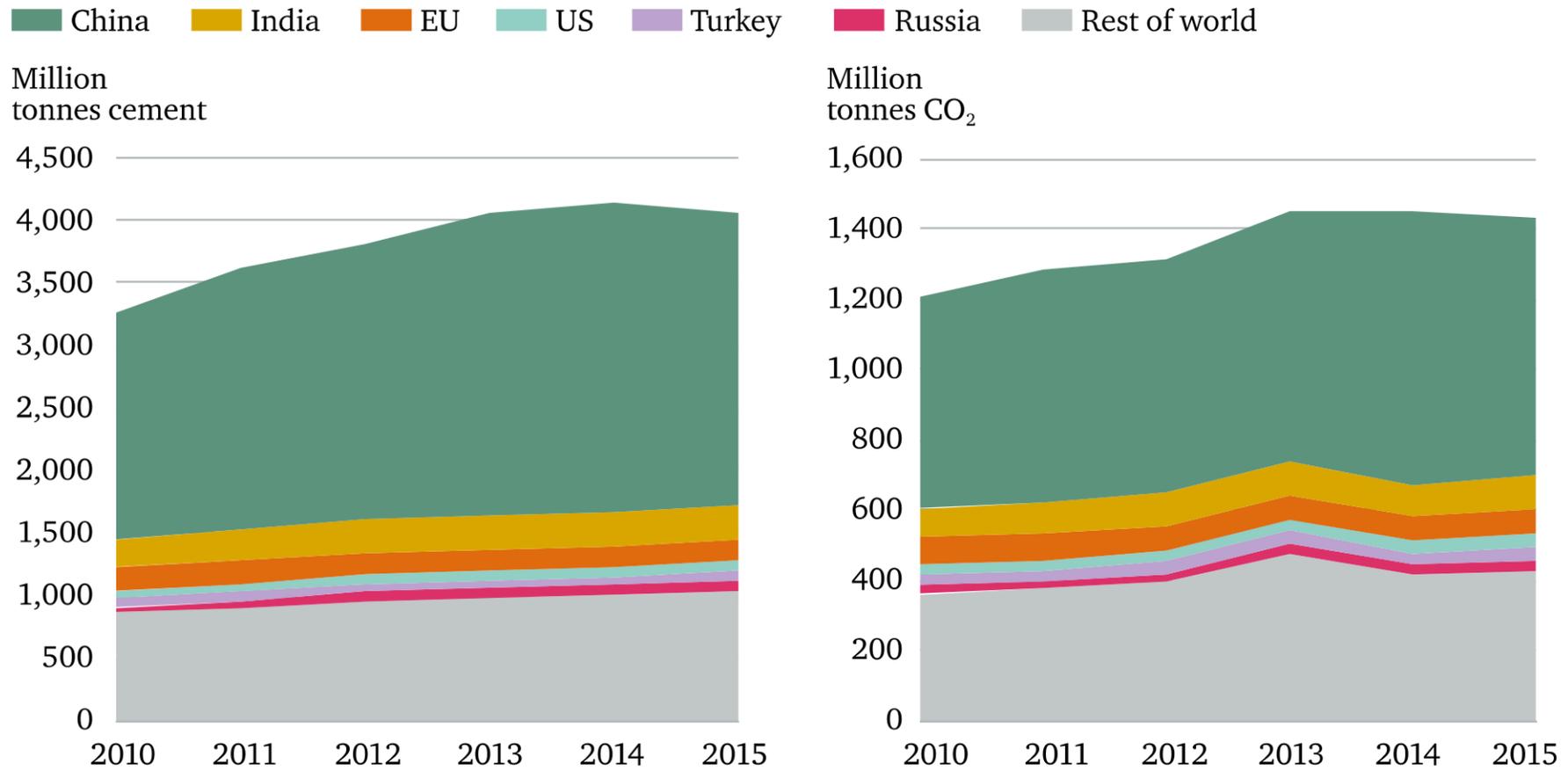


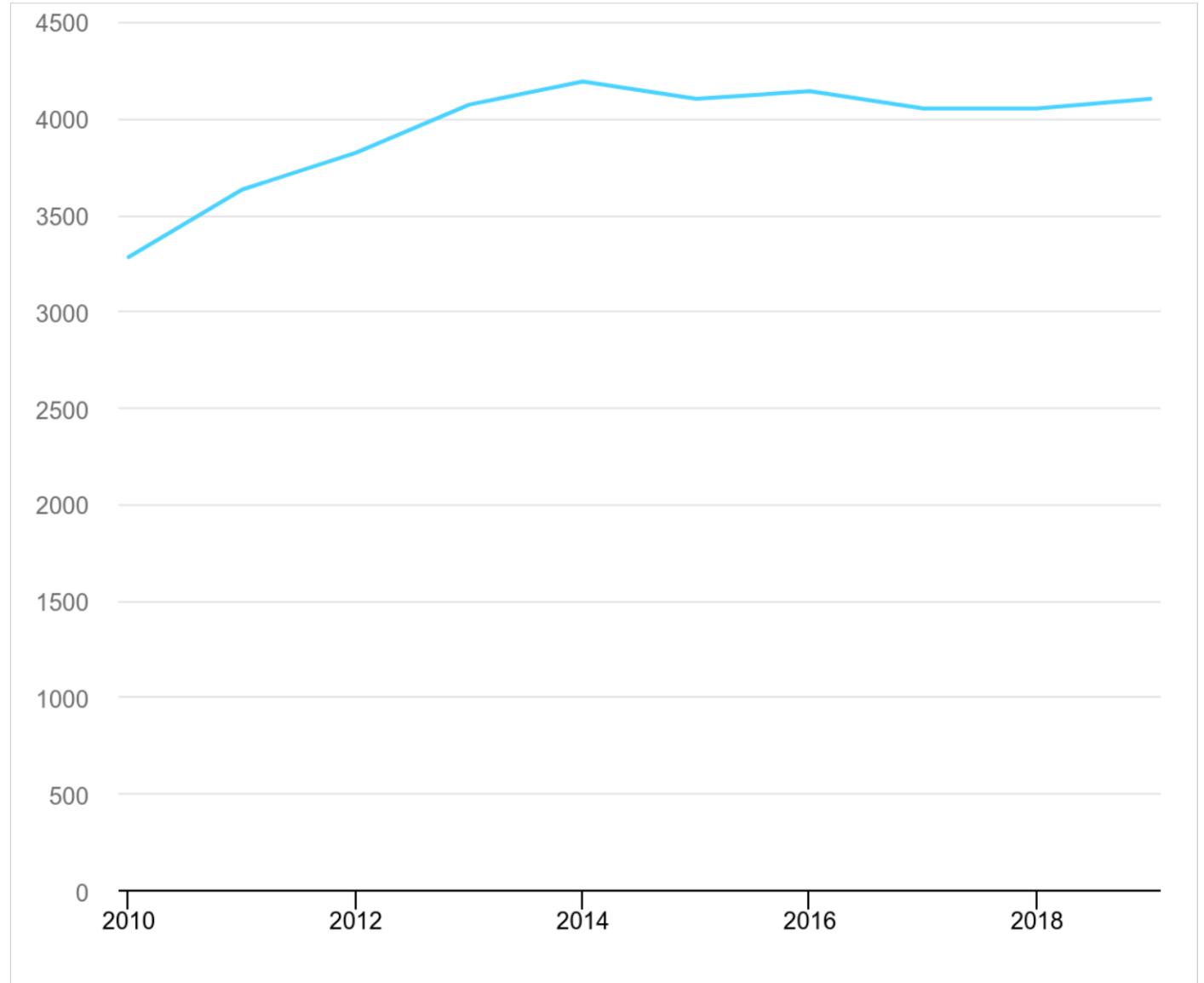
Figura 3. Emisiones de GEI por subsector (2016). Fuente: Tercer Informe Bienal de Actualización de la República Argentina a la CMNUCC. SGAYDS. 2019.



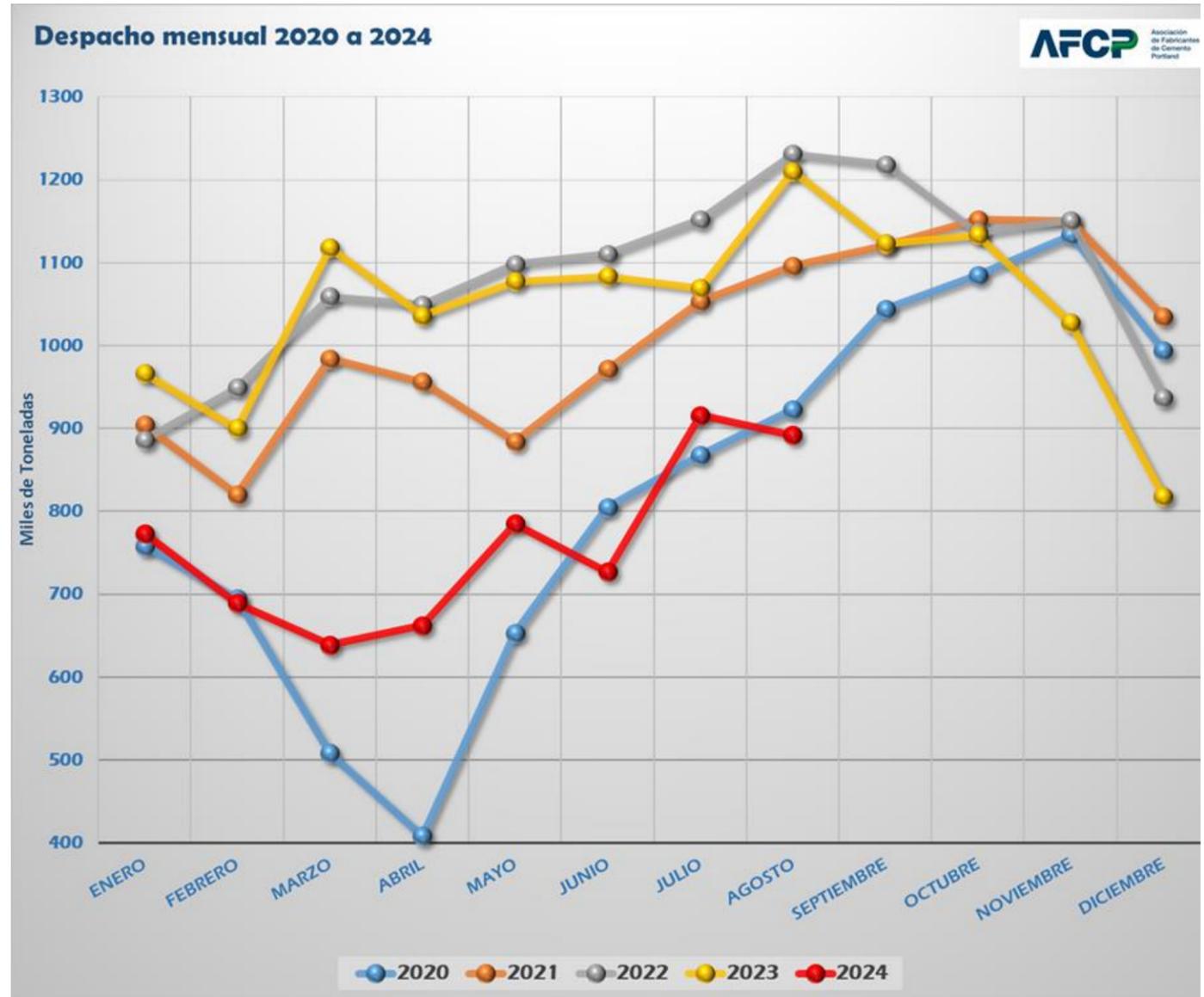
Producción Cemento – Emisión GEI global



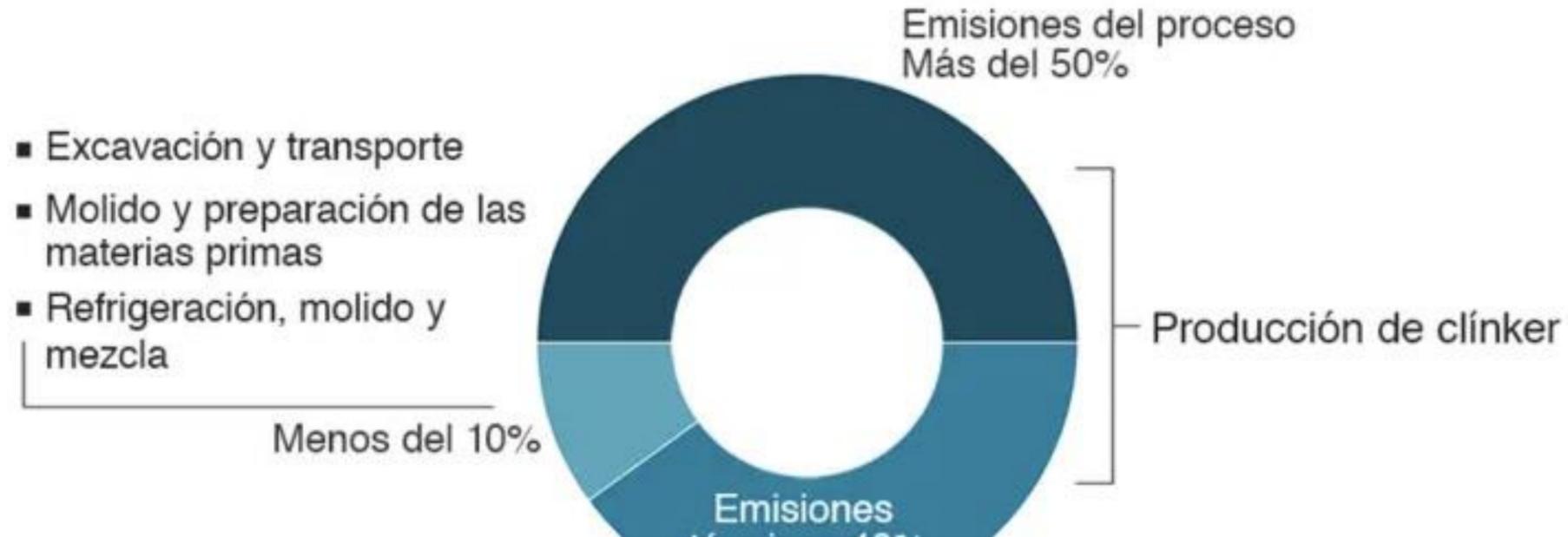
Producción Cemento Mton global



PRODUCCIÓN
DE CEMENTO
ARGENTINO 1,2
MT ~0,03%



La fabricación de clínker supone la mayor parte de las emisiones de CO2 de la producción de cemento



En 2016, la producción mundial de cemento generó alrededor entre 1.600 a 2.200 millones de toneladas de CO2, equivalente entre el 4% hasta el 8% del total mundial. Más de la mitad provino del proceso de calcinación.



Datos del Proyecto

- Código: MATCCU0008624
- Unidad Científico-Tecnológica FR Concepción - GRUPO DE INVESTIGACION EN REHABILITACION DE ESTRUCTURAS – GIRE.
- Denominación del PID:
“HORMIGONES SUSTENTABLES, MODIFICADOS CON GRAFENO OBTENIDO MEDIANTE EXFOLIACION LIQUIDA DEL GRAFITO EN POLVO.”

Datos del Proyecto



- Programa: Materiales
- Proyecto
 - Tipo de Proyecto: PID EQUIPOS CONSOLIDADOS SIN INCENTIVOS.
 - Tipo de Actividad: Desarrollo Experimental.
- Campos de Aplicación:
 - Rubro: INDUSTRIAL (Producción y tecnología)
 - Descripción Actividad: Materiales para construcción (cemento, cal, etc.)
- Disciplinas Científicas:
 - Rubro: Ingeniería Civil
 - Disciplina Científica: Construcción
- Palabras Clave: Hormigón, grafeno, cemento, hidratación, propiedades mecánicas microestructura.
- Fechas de Realización:
 - Inicio 01/04/2023
 - Fin 31/03/2026
 - Homologación: 22/12/2022

Proyecto: Resumen Técnico



- Cada kilo de cemento que se produce, libera 0,7 kg de CO₂.
- Generando del 4 al 8% del total de CO₂ emitido.
- Reducir la producción neta de Clinker es una meta prioritaria para no superar en 2050 los 1,5°C de calentamiento respecto de la era pre industrial (Acuerdo de Paris).
- Los H^º racionales se deben diseñar, y elaborar, cumpliendo con las **conformidades** necesarias.
- Con mejoras usando Ad. M. y aditivos.
- El proyecto busca obtener hormigones con mejoras prestacionales y economías en el contenido unitario de cemento.
- Con base de nano material de Grafeno o de grafito de pocas capas atómicas.
- Ajustado a escala de producción industrial.

Estado actual de conocimiento del tema



- Existen antecedentes usando nano materiales en pasta cementicia:
 - Nano tubos de carbono
 - Óxido de grafeno
- Hay ensayos insipientes con resultados alentadores, para el uso del grafeno obtenido por exfoliación líquida y estabilizado en agua en hormigones hidráulicos.
- Matriz porosa, capilares:
 - gel 5nm.
 - pasta del orden a los 10 nm.
 - macro poros milimétricos.
- El objetivo principal:
 - Economía de cemento, por uso de grafeno.
 - Hormigones producidos a escala industrial aumentando su vida útil.

Estado actual de conocimiento del tema



- Grafeno exfoliado por alto corte en liquido surfactante, partiendo del grafito industrial, por rotura de enlaces π .
- Agentes tenso activos en agua, colato de sodio (Ultrahigh Performance Nanoengineered Graphene– Concrete Composites for Multifunctional Applications), y disponibles localmente, espumógenos proteicos y sintéticos. LAURIL ETER SULFATO DE SODIO
- Agitador de alto corte, diseño propio, con formador de torbellinos de Taylor 9000 rpm (actualmente)- No se presenten antagonismos en el uso de aditivos.
- Identificación y cuantificación de grafeno por espectroscopia:
 - RAMAN de luz polarizada emitida por láser, y microscopia electrónica de barrido (SEM).
- Al no contar con aún con RAMAN(convenio INTI) se trabaja por contraste óptico

Objetivos del Proyecto

- Objetivo general, lograr hormigones con mejoras prestacionales:
 - Aumento de la durabilidad.
 - Incremento de resistencia para menores consumos de aglomerante.
 - Evitar reacciones antagónicas.
 - Escalado producción industrial.

- Específicos:

Identificar tiempos, costos y rendimientos de cada surfactante:

1. Obtener grafeno por exfoliación mecánica de alto corte en medio líquido.
2. Identificar las dosificaciones de grafito-aditivo surfactante de mayor rendimiento.
3. Clasificar por eficiencia y costo cada aditivo utilizado.
4. Dosificar los contenidos de grafeno en blanco de prueba, midiendo los resultados para cada dosis.



Metodología

Etapas anuales:

1er. año: obtención de grafeno, posibles mejoras sobre el hormigón, determinaciones de los contenidos de grafeno, aplicando espectrometría RAMAN.

2do. año: Ajuste de dosajes de grafeno, en relación a los aditivos normales del hormigón, antagonismos.

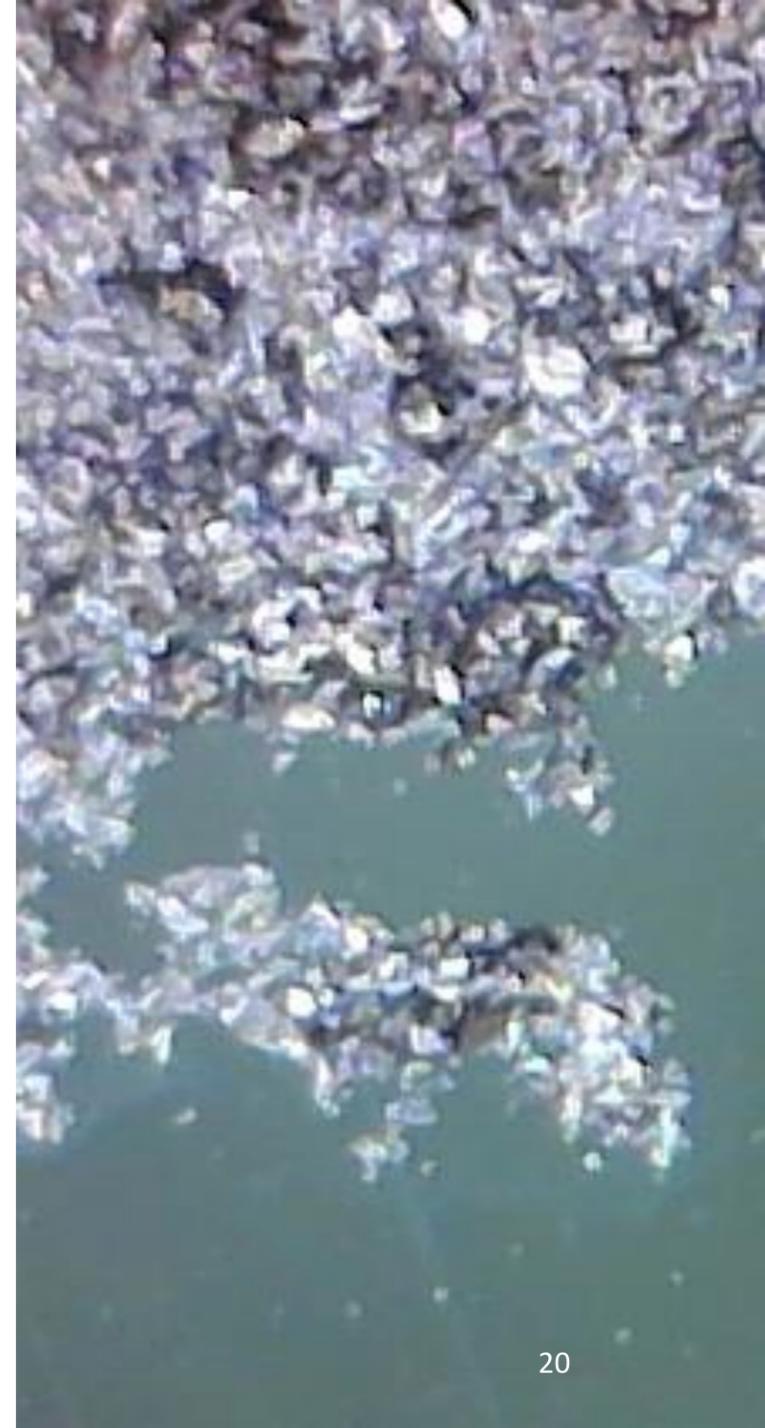
3er. año: Escalado a la producción industrial.



Contribuciones del Proyecto

Contribuciones al avance científica, tecnológico, transferencia al medio:

- Las conclusiones enriquecerán la literatura existente.
- Permitirá actualizar el conocimiento de las propiedades mecánicas y la durabilidad de las estructuras en las cuales se incorporen estos hormigones.
- Obtención de Hº más resistente al agua que los tradicionales.
- Según la profesora Mónica Craciun, “al incluir grafeno podemos reducir la cantidad de cemento necesarios para hacer hormigón en alrededor de un 50 %, lo que supone una reducción significativa por tonelada de emisiones de carbono”.



Contribuciones del Proyecto

Contribuciones a la formación de Recursos Humanos:

- El grupo de trabajo G.I.R.E abre una nueva área aún no desarrollada en esta Facultad y zona.
- Impacto en la retroalimentación de las cátedras de Tecnología del Hormigón, Tecnología de los Materiales.
- Importante contribución en la formación de los estudiantes que se desempeñarán como becarios, en lo que se refiere a la adquisición de conocimientos científicos y técnicos.
- colaboración en actividades académicas desarrolladas en el laboratorio y como apoyo a sus pares alumnos, entre otros.



Gracias por la atención

Conciencia aplicada al diseño y ejecución de hormigones de obras, con controles de calidad conformes, debe ser la meta de los Ingenieros cualquiera sea su función.



Grupo GIRE2024