

# Controles de calidad de hormigones tipo en plantas productoras del sur de la Región Mesopotámica Argentina.

Type concrete quality controls in production plants in the south of the Mesopotamian Region, Argentina.

Presentación: 05/10/2023

## **Fabián Andrés Avid**

Facultad Regional Concordia, Universidad Tecnológica Nacional, Entre Ríos - Argentina.  
academica@frcon.utn.edu.ar

## **Alberto José Palacio**

Facultad Regional Concordia, Universidad Tecnológica Nacional, Entre Ríos - Argentina  
apalacio@frcon.utn.edu.ar

## **Mariana Panozzo Zénere**

Facultad Regional Concordia, Universidad Tecnológica Nacional, Entre Ríos - Argentina  
marianapzenere94@gmail.com

## **Schirley Natacha Cornaló**

Facultad Regional Concordia, Universidad Tecnológica Nacional, Entre Ríos - Argentina  
cornalo.schirley@gmail.com

## **Resumen**

En las provincias de Entre Ríos y Corrientes se radican diversas plantas de producción de hormigón las cuales, en general, son del tipo emergente como consecuencia del proceso de desarrollo productivo de la región. Por lo tanto, conocer la situación de sus laboratorios constituye una herramienta esencial para la implementación de controles confiables en la aceptación y rechazo del hormigón representando, además, un antecedente para el aseguramiento de la calidad y validación de la competencia de las empresas. Así mismo, debido a diversas exigencias, se requiere que los laboratorios de ensayo puedan demostrar la repetibilidad y confiabilidad de sus resultados. El objetivo de este trabajo consiste en comparar la metodología, resultados y conclusiones obtenidas en los ensayos interlaboratorios de compresión de probetas de hormigón con el laboratorio de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concordia. Se percibe de sumo interés observar la variabilidad de los resultados obtenidos en los ensayos de control de calidad realizados, particularmente sobre los hormigones de mayor expendio en la zona, con el fin de introducir mejoras según las condiciones vigentes. Todo ello en función de la aplicabilidad de los diferentes reglamentos de control de calidad. Mediante este estudio se pudieron evaluar hormigones del tipo H20 y H30 elaborados por empresas ubicadas en las localidades de Concordia, Chajarí, Federación y Concepción del Uruguay. De esta manera se logró vincular el Laboratorio de Tecnología del Hormigón de la Facultad con las

industrias productoras de la región, con el objeto de intercambiar saberes e incrementar la confiabilidad en los informes realizados por los proveedores y los laboratorios del control.

**Palabras clave:** Hormigón elaborado, Plantas productoras, Controles de calidad, Mesopotamia Argentina, IRAM 1666:2020

## Abstract

In the provinces of Entre Ríos and Corrientes there are several emerging concrete production plants which are the result of the productive development process of the region. Therefore, getting to know their laboratory work becomes an essential tool for implementing reliable controls in concrete acceptance and rejection. It is also necessary for quality assurance and validation of the companies' competence. Furthermore, testing laboratories are required to demonstrate the repeatability and reliability of their results. The objective of this work is to compare the methodology, results and conclusions of concrete compression tests carried out in these laboratories and in the laboratory of the Universidad Tecnológica Nacional. UTN, Facultad Regional Concordia.

Observing the different results in quality control tests, particularly those related to concrete sold in the area, is of utmost importance so as to make improvements according to different quality control regulations. During the study, types H20 and H30 concrete from companies in Concordia, Chajarí, Federación and Concepción del Uruguay were evaluated. In this way, the Concrete Technology Laboratory of UTN came into contact with the producing industries of the region, with the aim of exchanging knowledge and increasing the reliability of the reports made by suppliers and control laboratories.

**Keywords:** Concrete; Production plants; Quality controls; Mesopotamia Argentina; IRAM 1666:2020

## Introducción

El laboratorio perteneciente a la Facultad Regional Concordia de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN FRCon) ha participado en distintos estudios interlaboratorios junto al Instituto Nacional de Tecnología Industrial (I.N.T.I.) y al Instituto de Cemento Portland (I.C.P.A.) con relación a cementos, bloques de hormigón y calidad de hormigones. Además, posee una extensa base de datos de control de calidad correspondientes a hormigones producidos en la región (Entre Ríos y Corrientes principalmente) así también en otras provincias cercanas. Siendo una entidad de referencia para la industria de la construcción, principalmente plantas de producción de hormigón y de generación de agregados para hormigón, e innumerables empresas constructoras. Es pionero en la investigación de la durabilidad de hormigones producidos con los agregados de la zona mesopotámica, así como en la caracterización de agregados. Debido a ello, se cuenta con datos fidedignos desde el año 1995, sobre hormigones de distintas calidades empleados en diversas obras.

En los últimos 30 años, se observa un incremento del consumo de hormigón, tanto a nivel provincial como nacional y un crecimiento acelerado de la industria del hormigón elaborado en la región Mesopotámica, marcado por la instalación de numerosas plantas de elaboración. Es por ello que se vuelve un objetivo primordial controlar estos hormigones, comprobando su calidad, durabilidad y bajo costo de mantenimiento.

Es sabido que los interlaboratorios son muy útiles para poder comparar los resultados obtenidos en un laboratorio dado con los de otros, midiendo ciertas magnitudes sobre una misma muestra. De esta manera, se tiene una evidencia objetiva del desempeño técnico del laboratorio, pudiendo identificar posibles causas de error en los

métodos, procesos o tratamiento de los datos, así como también evaluar los desvíos, lo que puede ser útil para la mejora continua de cada uno de los laboratorios participantes.

Diversas propiedades del estado fresco y endurecido del hormigón son utilizadas para evaluar la conformidad de su producción en planta y de su recepción en obra respecto de los parámetros especificados, pero en la práctica cotidiana la resistencia a compresión es generalmente la propiedad excluyente para aceptar o rechazar definitivamente el hormigón. Fundamentalmente, los códigos y reglamentos se basan en esta propiedad y, a lo largo del tiempo, las diversas propiedades se han relacionado con la resistencia a compresión como referencia del material. Otro factor importante es que el ensayo a compresión es un método sencillo y económico, por lo que se aplica no sólo para el diseño sino en los controles de obra. Es así que la resistencia potencial a compresión es un parámetro definitorio no sólo desde el punto de vista estructural, sino también para los términos contractuales de la comercialización del hormigón elaborado, de lo cual se infiere la relevancia de su correcto juzgamiento. Por ello, es importante considerar que numerosas condiciones inherentes a los materiales, y a los procesos productivo y de control de calidad pueden hacer que la resistencia que se desea juzgar, resulte en realidad más o menos alejada de la condición potencial (Gonzalez M, et al.,2012).

En Argentina y a nivel mundial, se aplican sistemas de calidad en donde se instrumentan interlaboratorios (INTI, 2019) para evaluar la resistencia a la compresión de hormigón mediante la aplicación de la Norma IRAM 1546 (IRAM, 2013), determinando si la mezcla suministrada cumple con los requerimientos de resistencia especificada ( $f_c$ ). Controlar y asegurar la calidad de los materiales componentes es indispensable para asegurar la calidad del hormigón elaborado, y en la práctica, es el primer aspecto a tener en cuenta cuando se detecta un desvío en la resistencia del hormigón. Sin embargo, esta revisión no siempre es suficiente, dado que la calidad del hormigón también es fuertemente afectada por otros factores como recursos humanos, equipamiento, condiciones operativas y ambientales en las que se desarrolla la producción. Es así que si tareas como el muestreo, moldeo de probetas, protección y curado, manipuleo, encabezado y ensayo de las mismas, son realizados de manera deficiente, se puede dar lugar resultados no conformes.

Respecto al tratamiento normativo, para el control de calidad se deben cumplir los requisitos contenidos en el CIRSOC 201-2005 (INTI-CIRSOC, 2013), en vigencia en Argentina desde el año 2013, que incluye criterios de conformidad novedosos, basados en la utilización conjunta de los controles de planta y los realizados a pie de obra. Así como también la norma IRAM 1666-2020 (IRAM, 2020) que complementa y contribuye al Reglamento brindando especificaciones para estructuras más seguras y racionales desde el punto de vista de producción, elaboración y economía. De ello se evidencia que toda empresa u obra en la que se quiera fabricar y despachar Hormigón Elaborado debe cumplir con la normativa vigente y el cliente tiene el derecho de exigirlo. Quien no cumpla con la norma IRAM 1666:2020, podrá despachar “alguna mezcla”, pero no hormigón elaborado desde el punto de vista normativo. Así mismo, quién no haga controles de materias primas, no tenga laboratorio para ensayos de hormigón fresco, no analice estadísticamente los resultados, no posea base de datos confiable no podrá despachar hormigón elaborado.

En el marco de este cambio de paradigma respecto a lo que se entiende por hormigón elaborado, se tienen en la región conocimientos insuficientes del estado actual de la producción del hormigón y el grado de aplicabilidad de esta norma. A raíz de esta situación, en este trabajo se desarrollaron interlaboratorios en conjunto con cinco empresas elaboradoras locales de Concordia, Federación y Chajarí, dada la cercanía y el permanente contacto con las mismas. En este artículo se presenta un resumen de organización, evaluación de los datos y las conclusiones obtenidas, a partir de los ensayos realizados. Se tiene por finalidad determinar si, para muestras obtenidas de un mismo hormigón, respetando los procedimientos de llenado y compactación, con iguales condiciones de curado, ensayadas el mismo día, y bajo las condiciones normalizadas de temperatura y humedad, la resistencia medida por

cada laboratorio utilizando diferentes probetas, es similar al obtenido por el laboratorio de la UTN FRCon. O si, en caso de ser diferentes, se mantiene una relación entre los valores de resistencia que se obtienen en los diferentes laboratorios.

## Desarrollo

En los interlaboratorios organizados, los hormigones estudiados son del tipo convencional, de consistencia plástica a fluida, de densidad normal y contextura compacta, con clases de resistencia comprendidas entre H20 y H30 según las define el mencionado reglamento CIRSOC 201-05 (INTI-CIRSOC, 2005). En principio, las plantas elaboradoras que participan en este trabajo producen hormigones de muy diversas características, de tipo convencional.

Cada una de las empresas proveedoras de hormigón confeccionó muestras cilíndricas provenientes de diversos pastones elaborados en sus respectivos laboratorios, a cargo del personal propio. Posteriormente, una vez desmoldadas, procedieron a trasladar la mitad de las muestras al laboratorio de la UTN FRConcordia para realizar el correspondiente curado y ensayo de las mismas. Los pastones fueron elaborados en hormigoneras fijas o camiones motohormigoneros dependiendo de las especificaciones particulares de cada planta elaboradora. A las cinco empresas intervinientes se les asignó una letra identificadora, con el fin de preservar la identidad.

Para realizar el análisis comparativo se adoptan las siguientes pautas para la evaluación de cada pastón:

- Se especificaron las características generales de la planta elaboradora como: tipología, marca, modelo, capacidad de mezclado, producción por hora, etc.
- Se indicaron la clase resistente del hormigón. Luego de descargar 0,25 m<sup>3</sup>, para minimizar fuentes de dispersión (IRAM 1541, 2020), se efectuaron los ensayos de caracterización en estado fresco. Se determinó: temperatura ambiente, temperatura del hormigón (IRAM 1893, 2018) y asentamiento (IRAM 1536, 1978). La homogeneidad del pastón se evaluó mediante la determinación de la densidad del hormigón fresco (IRAM 1562, 2012) y del contenido de aire (IRAM 1602-2, 1988), lo cual fue opcional.
- Se moldearon 12 probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura según norma IRAM 1534 (IRAM 2018) y se les asignó la identificación correspondiente.
- Durante las primeras 24±8 h se almacenaron en el mismo lugar, cubiertas con un film de polietileno, asegurado con una banda elástica con el fin de evitar la pérdida de humedad del hormigón. Luego las empresas las desmoldaron y dividieron en dos lotes de seis probetas.
- Dentro de las 48 horas posteriores al desmoldado, se procedió a embalar y trasladar uno de los lotes al Laboratorio de Tecnología del Hormigón de la UTN Facultad Regional Concordia tomando las precauciones necesarias, para evitar la pérdida de humedad y los golpes durante el traslado.
- Las probetas moldeadas, fueron curadas en cámara húmeda a 23°C, según la norma IRAM 1534 (IRAM 2018), representando la condición potencial del hormigón. Este curado se mantuvo hasta su ensayo a compresión a la edad de 7 y 28 días.
- Cumplida la fecha de ensayo, cada laboratorio interviniente realizó la verificación de la resistencia a compresión, según lo estipulado en la norma IRAM 1546 (IRAM, 2013), con el encabezado normalizado IRAM 1709 (IRAM, 2016) e indicando las características de la probeta, altura, determinación de dos diámetros y el promedio, peso, edad de rotura, carga última, resistencia y observaciones.

- Se coordinaron los ensayos en los dos laboratorios para ser realizados en el mismo horario. Y, además, cada participante informó las características de la prensa utilizada y estado de constatación y/o verificación de la misma.

- Es importante aclarar que en todos los casos se cumplió con el criterio del Reglamento CIRSOC 201:2005 4.1.6.2 (INTI-CIRSOC, 2005), que establece que “Se debe adoptar como resultado de un ensayo ( $f'_{ci}$ ) al valor que se obtiene como promedio de las resistencias de, como mínimo, dos (2) probetas cilíndricas normales, moldeadas con la misma muestra de hormigón y ensayadas a la misma edad. Se debe cumplir que la diferencia entre las resistencias extremas del grupo que constituye cada ensayo sea menor del 15 % de la resistencia media de las probetas que constituyen el grupo. Si dicho valor resultara mayor, se debe rechazar el ensayo correspondiente y se deben investigar los procedimientos de moldeo, curado y ensayo de las probetas, con el objeto de analizar si los mismos se están realizando en un todo de acuerdo con las normas.”

Si bien en todos los casos la secuencia del muestreo fue como mínimo la indicada por el reglamento, por diversas razones vinculadas con cada obra realizada por las empresas y al ser estas de distinto tipo, cada una con sus especificaciones particulares, no en todas ellas se realizaron todos los ensayos consignados para el estado fresco. A continuación, en la tabla N°1 se presentan las características en estado fresco de los pastones evaluados por las empresas. A su vez, cada laboratorio participante indicó el tipo de máquina e instrumentos utilizados para los ensayos, tipo de tratamiento de las bases de las probetas (mortero termoplástico de azufre o placas de elastómero no adheridas), características que presentaban, dimensiones, carga, resistencia obtenida y tipo de rotura.

Tabla 1. Características de los pastones evaluados.

Empresa	Tipo hormigón	Vol. pastón [m³]	Vol. Muestreo [m³]	Temp. [°C]	Asent. [cm]	PUV [kg/m³]	Aire incorp. [%]	Aditivo
A	H30	4	0,50	18	8,5	2385	s/i	Si
B	H25	7	0,65	10	17	2349	1.8	Si
C	H25	5	0,60	21,7	7	2363	s/i	Si
D	H20	8	0,25	19	6	2355	3.1	s/i
E	H30	6	0,72	21,2	21	2349	s/i	Si

Tabla 2. Equipamiento y procedimientos de ensayo.

Empresa	Tipo Planta	Tipo de Curado	Temp. Curado [°C]	Hum. Curado [%]	Tipo Prensa	Tipo Encabezado
A	Móvil, cap. máx: 50 m³/h. Mezclado en mixer.	Pileta	25	100	Hidráulica manual	Neoprene - dureza shore 70
B	Fija, cap. máx: 60 m³/h. Mezclado en mixer.	Pileta	23,7	100	Hidráulica manual	Neoprene - dureza shore 70

C	Móvil, cap. máx: 60 m <sup>3</sup> /h. Mezclado en mixer.	Pileta	30	100	Hidráulica manual	Neoprene - dureza shore 70
D	Móvil, cap. máx: 70 m <sup>3</sup> /h. Mezclado en mixer.	Pileta	15	100	Hidráulica semiautomática	Neoprene - dureza shore 70
E	Móvil, cap. máx: 60 m <sup>3</sup> /h. Mezclado en mixer.	Pileta	17,5	100	Hidráulica manual	Neoprene - dureza shore 70

Con respecto al procedimiento de curado empleado por el laboratorio de la Facultad, todos los especímenes se curaron en cámara húmeda a una temperatura de  $23 \pm 2$  °C y una humedad relativa superior a 95 %. Para la realización de los ensayos a compresión se empleó una prensa hidráulica de accionamiento automático y salida digital marca CONTROLS, con una capacidad de carga de 2000 kN y un error de  $\pm 0,2$  % para el rango de carga empleado. La velocidad de aplicación de carga fue de  $0,4 \pm 0,2$  MPa/s. El tipo de encabezado de las bases de las probetas fue mediante placas de elastómero con dureza shore 70, según norma IRAM 1709.

Para la medición de las dimensiones de las probetas, se empleó una regla metálica de 40 cm y fueron pesadas mediante balanza digital. Destacamos que la totalidad de las muestras fueron reportadas como satisfactorias en lo que respecta a su estado general. Cabe aclarar que no se solicitó la información sobre el tipo de verificación que realiza cada laboratorio sobre los cabezales de neoprene como así tampoco la verificación de los aros de retención.

A partir de los resultados que arrojaron los ensayos de las probetas de los pastones del tipo H25, en las Tablas 3 y 4 se presentan las comparativas entre los valores de resistencia obtenidos por los laboratorios de cada empresa y el de la UTN FRCon. También se indican las diferencias a las dos edades de ensayo, y los porcentajes de las diferencias entre extremos respecto del promedio de los resultados de tres probetas a cada edad.

Tabla 3: Resultados de interlaboratorios de pastones H25 para las empresas A y B.

Medición	7 días		28 días		7 días		28 días	
	Empresa A	UTN FRCon	Empresa A	UTN FRCon	Empresa B	UTN FRCon	Empresa B	UTN FRCon
Resist. Prom. [MPa]	19,5	27,4	28,6	33,4	32,9	27,7	42,0	30,6
Dif. Valores extremos [MPa]	0,5	1,9	2,3	2	0,9	1,1	2,0	2,3
% Respecto del prom. de las 3 med.	3%	7%	8%	6%	3%	4%	5%	8%
Máx. [MPa]	19,7	28,2	29,9	34,4	33,3	28,4	43,0	31,8
Mín. [MPa]	19,2	26,3	27,6	32,4	32,5	27,3	41,0	29,5
Diferencia [MPa]	-7,9		-4,8		5,1		11,4	

Tabla 4: Resultados de interlaboratorios de pastones H25 para las empresas C y D.

Medición	7 días		28 días		7 días		28 días	
	Empresa C	UTN FRCon	Empresa C	UTN FRCon	Empresa D	UTN FRCon	Empresa D	UTN FRCon
Resist. Prom. [MPa]	31,8	26,9	40,1	35,5	23,6	20,8	29,2	33,3
Dif. Valores extremos [MPa]	3,5	2,2	1,0	0,9	2,2	1,7	3,4	2,3
% Respecto del prom. de las 3 med.	11%	8%	2%	3%	9%	8%	12%	7%
Máx. [MPa]	33,5	28,0	40,8	35,9	24,7	21,7	30,5	34,8
Mín. [MPa]	30,0	25,9	39,8	35,0	22,5	20,0	27,1	32,5
Diferencia [MPa]	4,9		4,6		2,8		-4,1	

Tabla 5: Resultados de interlaboratorios de pastones H30 para las empresas A y B.

Medición	7 días		28 días		7 días		28 días	
	Empresa A	UTN FRCon	Empresa A	UTN FRCon	Empresa B	UTN FRCon	Empresa B	UTN FRCon
Resist. Prom. [MPa]	21,3	17,6	31,5	23,1	35,7	31,7	45,0	40,8
Dif. Valores extremos [MPa]	0,8	0,2	1,1	2,3	0,0	0,7	0,9	2,2
% Respecto del prom. de las 3 med.	4%	1%	3%	10%	0%	2%	2%	5%
Máx. [MPa]	21,7	17,7	32,0	23,9	35,8	31,9	45,6	42,2
Mín. [MPa]	20,9	17,5	31,0	21,6	35,7	31,2	44,7	40,0
Diferencia [MPa]	3,7		8,4		4,1		4,2	

Tabla 6: Resultados de interlaboratorios de pastones H30 para las empresas D y E.

Medición	7 días		28 días		7 días		28 días	
	Empresa D	UTN FRCon	Empresa D	UTN FRCon	Empresa E	UTN FRCon	Empresa E	UTN FRCon
Resist. Prom. [MPa]	32,0	26,2	45,9	35,4	26,8	25,2	40,0	41,2
Dif. Valores extremos [MPa]	1,0	1,6	2,7	4,4	0,7	2,1	3,6	1,5
% Respecto del prom. de las 3 med.	3%	6%	6%	12%	3%	8%	9%	4%
Máx. [MPa]	32,5	27,0	47,0	38,2	27,1	26,3	41,8	41,8
Mín. [MPa]	31,5	25,5	44,4	33,8	26,4	24,2	38,2	40,3
Diferencia [MPa]	5,7		10,5		1,5		-1,2	

En la Figuras 1 y 2 se presentan la comparativa de los resultados obtenidos para los pastones del tipo resistente H25 y H30 respectivamente.

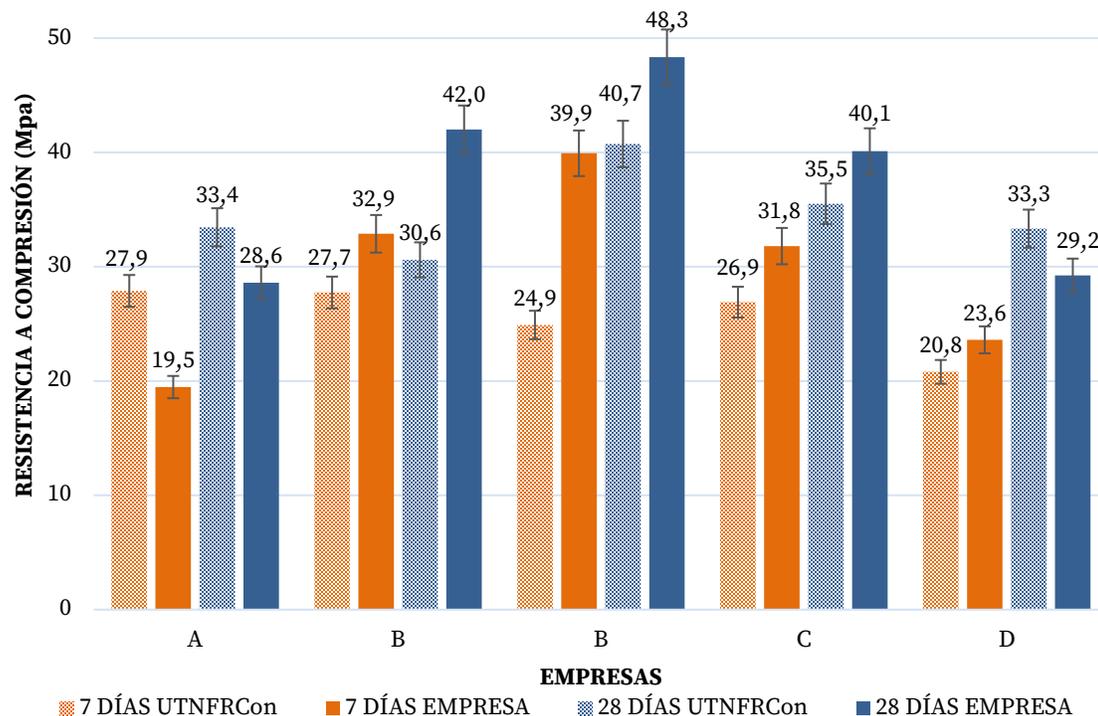


Figura 1. Resultados de ensayos interlaboratorios para pastones H25.

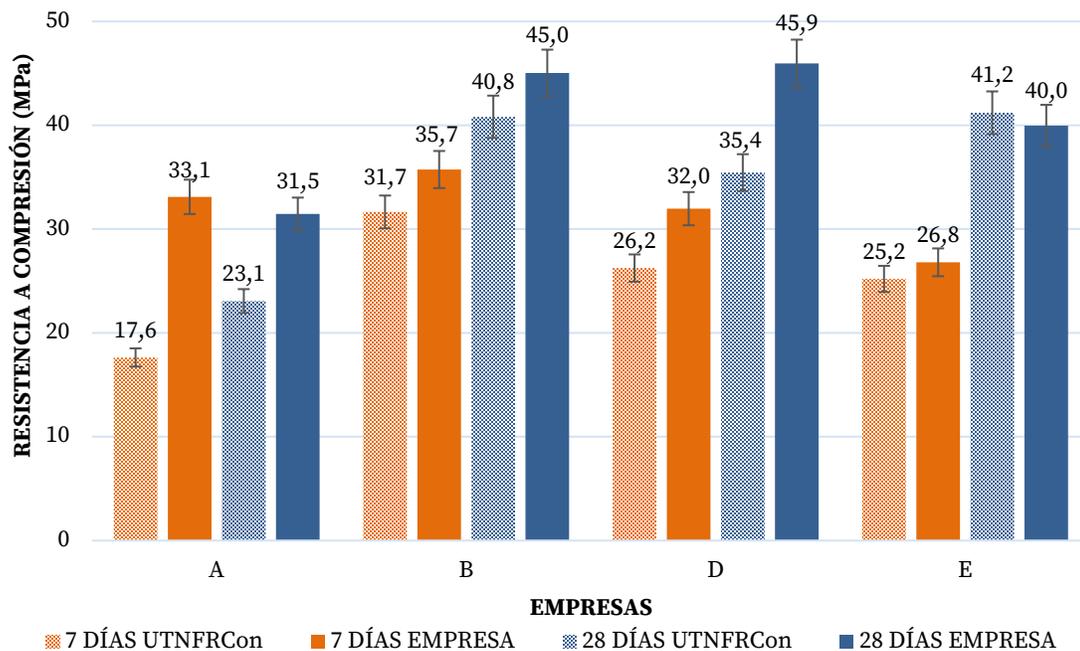


Figura 2. Resultados de ensayos interlaboratorios para pastones H30.

Los resultados mostraron que existe una diferencia entre los resultados obtenidos por las empresas y el laboratorio de la Facultad. Esta diferencia es variable para cada empresa y para cada tipo de hormigón. Es así que en el caso del hormigón de clase resistente H25 las diferencias entre las resistencias promedio a la edad de 7 días, varían entre 3 Mpa y 5 MPa, con un valor atípico de 7,9 Mpa para la empresa A. Mientras que, a la edad de 28 días, las diferencias varían entre 4 MPa y 5 MPa, teniendo un valor atípico de 11,4 MPa para la empresa B.

En lo que respecta a los pastones de categoría H30 las diferencias entre las resistencias a 7 días varían entre 1,5 MPa y 5,7 MPa. Mientras que para la edad de 28 días las diferencias se encuentran entre los 1,2 MPa y 10,5 MPa.

## Conclusiones

En función de los valores determinados en los ensayos de resistencia a la compresión de probetas, se concluye que todos los participantes en todos los ensayos obtuvieron resultados aceptables en lo que respecta a su resistencia de diseño para la edad de 28 días.

A partir del análisis comparativo de los resultados obtenidos por las empresas elaboradoras y el laboratorio de la UTN FRCon se concluye que, con excepción de la empresa A, los participantes obtuvieron resultados sensiblemente inferiores a los determinados por el laboratorio de la Facultad. Además, para las empresas que realizaron los dos interlaboratorios se pudo observar un incremento en las diferencias entre los resultados obtenidos por los dos laboratorios, al incrementar la categoría resistente.

En base a lo observado, las diferencias se pueden atribuir al empleo de una máquina de ensayo automática por parte del laboratorio de la institución académica y al uso generalizado de prensas hidráulicas manuales, por parte del resto de los laboratorios. Esto se evidencia en mayor medida al observar que los resultados con menor diferencia se presentan en el interlaboratorio realizado con la empresa E, la cual utilizó una prensa semiautomática. Es importante resaltar que la norma IRAM 1546:2013 Mod. N° 1: 2017, 3.1.1 “Sistema de regulación de aplicación de

cargas” establece como requisito que “la máquina debe proveer un sistema de regulación de aplicación de cargas tal, que éstas puedan aumentarse en forma continua y sin saltos bruscos entre los límites indicados en 5.2.1”. Esto indicaría que una máquina de accionamiento manual no cumpliría con dicho requerimiento, sin embargo, no se encuentra explícito.

Cabe destacar que el procedimiento de curado empleado por cada laboratorio no fue el mismo en todos los casos, ya que algunos laboratorios emplearon curado mediante inmersión en piletas con una solución saturada de hidróxido de calcio a la temperatura de  $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  y otros emplearon el método de la cámara de curado a  $23\text{ °C}$  y humedad superior al 95%. Si bien ambos métodos están avalados por norma, podrían tener algún grado de influencia en los resultados. Tampoco se estableció un control de las placas de neopreno, en lo que respecta a la dureza y número de reúsos en cada caso. Si bien el impacto de estas variables es menor al del mecanismo de ensayo, en cierta medida, pudieron afectar en los resultados obtenidos.

Ante estos resultados podemos concluir que las empresas participantes deberían verificar la velocidad de aplicación de carga de las prensas mediante equipos automáticos de registro de carga o mediante la medición del recorrido de los cabezales. A su vez se debería asegurar una fecha de calibración de la máquina dentro del año de efectuados los ensayos para cumplir con los requerimientos establecidos por la normativa vigente.

Se considera relevante la continuidad y el apoyo de las empresas del medio para reeditar este tipo de procedimientos e instalarlo como práctica rutinaria para el monitoreo de la competencia de los laboratorios, la detección de los factores que más inciden en los resultados, la evaluación interna de las capacidades técnicas y ofreciendo una garantía de confianza adicional a los usuarios. Fomentando la vinculación del Laboratorio de Tecnología del Hormigón de la Facultad con las industrias productoras de la región.

## Referencias

Gonzalez M, et al, (2012) “Control de calidad del hormigón elaborado ¿Qué evaluamos cuando medimos resistencia?”, Memorias V Congreso Internacional 19º Reunión Técnica AATH. Bahía Blanca, Bs.As., Argentina, pp 79-86.

INTI, (2019) “Rotura a la compresión de probetas de hormigón PRO-03/2019”. Disponible online en: [www.inti.gov.ar/areas/metrologia-y-calidad/interlaboratorios](http://www.inti.gov.ar/areas/metrologia-y-calidad/interlaboratorios).

Norma IRAM 1546. (2013) “Hormigón de Cemento. Método de ensayo a compresión.”

Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón. (2013) CIRSOC 201:2005.

Norma IRAM 1666. (2020) “Hormigón elaborado. Requisitos y control de la producción.”

Norma IRAM 1541, (2020). “Hormigón de cemento portland. Hormigón fresco. Muestreo.”

Norma IRAM 1893, (2018). “Hormigón de cemento. Método de ensayo para la determinación de la temperatura del hormigón en estado fresco.”

Norma IRAM 1536, (1978). “Hormigón de cemento portland. Método de ensayo de la consistencia utilizando el tronco de cono”.

Norma IRAM 1562, (2012). “Hormigón fresco de cemento. Método para la determinación de la densidad (masa de la unidad de volumen) y el cálculo del rendimiento y del contenido de aire (gravimétrico).”

Norma IRAM 1602-2, (1988). "Hormigón de cemento portland. Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas de hormigones y morteros. Método B."

Norma IRAM 1534, (2018). "Hormigón de cemento portland. Preparación y curado de probetas para ensayos en laboratorio."

Norma IRAM 1709, (2016). "Hormigón de cemento. Método y requisitos para el uso de placas de elastómeros no adheridas, empleadas para la determinación de la resistencia a la compresión de probetas y testigos cilíndricos de hormigón endurecido."