



INTERFIS  
PROYECTOS EDUCATIVOS

ARTÍCULOS

**Actividad piloto GIIE 2013**  
**Consistencia del hormigón fresco**  
**¿Incide la cantidad y calidad del agua de amasado?**  
*Paula Camerlati*



# **ACTIVIDAD PILOTO GIIE#011 CONSISTENCIA DEL HORMIGÓN FRESCO. ¿INCIDE LA GRANULOMETRÍA DEL ÁRIDO FINO? 2013**

Autora: **Gabriela Gaudiño**

## **Proyecto Educativo INTERFIS**

Proponente y Responsable Integral: **Alicia Gadea**

URL: **[www.interfis-edu.jimdo.com](http://www.interfis-edu.jimdo.com)**

Correo: **[proyectointerfis@gmail.com](mailto:proyectointerfis@gmail.com)**

## **Resumen**

En el marco del proyecto de INTERFIS, “Iniciación a la Investigación Estudiantil”, se conforma un grupo en la modalidad GIIE. Con la propuesta se pretende dar a los alumnos la oportunidad de realizar un enlace entre teoría, práctica, observación y manipulación del hormigón, material significativo en su área de aplicación.

La idea inicial de la investigación es determinar la consistencia del hormigón fresco variando la granulometría de sus áridos finos.

Se siguen los pasos de la metodología de la investigación, en un espacio de trabajo presencial y virtual. Se cumple con las pautas establecidas, para la integración, inscripción y presentación de la propuesta. Una vez aceptada se trabaja en el cronograma de avance, rúbrica de autoevaluación, comprobación empírica, envíos y entrega de reporte final. Se consulta bibliografía adecuada al nivel del curso, se solicita el equipo experimental al Laboratorio Especializado y la dirección escolar adquiere los materiales necesarios.

Cumplido el proceso se confirma la hipótesis, si bien no se trata de resultados estadísticos.

La actividad permite desarrollar los momentos del saber significativo: receptivo, crítico-reflexivo y creativo. Se potencia y profundiza la interdisciplinariedad de actividades, con un lenguaje común para todos los actores notoriamente enriquecedor, donde predomina el aprendizaje sobre la enseñanza. Esta actividad genera nuevos cuestionamientos y necesidades de evidencias articulando un encadenamiento para avanzar hacia un conocimiento nuevo.

## **Contenidos**

### **I. DESCRIPCIÓN**

### **II. PLANTEO INICIAL SEGÚN LAS ETAPAS DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

### **III. RÚBRICA DE AUTOEVALUACIÓN**

### **IV. TAREA REALIZADA**

## **I. DESCRIPCIÓN**

### **Antecedentes**

La propuesta nace luego de la participación en el taller de lanzamiento de actividades académicas en el Laboratorio Especializado de Física área Arquitectura-Construcción en el marco del proyecto INTERFIS “Iniciación a la Investigación Estudiantil”, en junio 2013.

Esta actividad resulta muy movilizadora e induce a la reflexión sobre los beneficios y alcances académicos de estas estrategias de trabajo. Se piensa que su implementación en un marco de iniciación a la investigación, es una excelente oportunidad para los alumnos de Construcción por tratarse de una especialidad muy rica en la aplicación de estrategias que apunten a teoría-acción y comunicación de resultados.

Además la actividad permite el trabajo personal, colaborativo, de consenso, de negociación y de coautoría.

Confrontar la teoría con la realidad implica: promover un cambio, resolver un problema y crear una oportunidad.

### **Integrantes**

Docente Tutora	Gabriela Gaudiño
Estudiantes	Vanessa Silveira Lucía Fynn

Las estudiantes que conforman el equipo de iniciación a la investigación son de 2do. año de Construcción, de 17 años, con un rendimiento académico medio. No cuentan con todo el conocimiento previo necesario para la propuesta seleccionada, dado que es un tema que se estudia en forma general en primer año y se profundiza en tercero. Por lo tanto es necesario tener instancias preparatorias sobre los elementos que lo conforman, propiedades, características, dosificación.

Se debe destacar la actitud positiva, participativa y de compromiso ante la propuesta. Superan y aportan soluciones acertadas a las dificultades que se presentan en el proceso, como la falta de un horno apropiado para el secado de las distintas arenas usadas en las pruebas y dos tamices de la serie.

En lo que corresponde a la docente, no ha realizado ningún trabajo con una metodología de investigación e integración con otras áreas, lo que significa un gran desafío, que exige estudiar con mayor profundidad temas de la propia asignatura, incursionar en otras, romper estructuras, coordinar estrechamente con los otros tutores, hacer, des-hacer y re-hacer infinidad de veces los avances optimizando tiempos.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Poner a los alumnos en contacto con una forma de aprender a través de la investigación, generando el conocimiento mediante el ensayo y comparación de la teoría. Para lograrlo se requiere el desarrollo de actitudes y valores específicos como la ética, la responsabilidad y la flexibilidad de criterios

### **Objetivo específico**

Determinar mediante ensayos, si al variar la granulometría del árido fino, que compone el hormigón, con igual dosificación y relación agua cemento varía la consistencia o grado de fluidez, según indicadores

## **II. PLANTEO INICIAL SEGÚN LAS ETAPAS DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

Por tratarse de un trabajo de iniciación a la investigación se introduce a los estudiantes en el proceso de la metodología científica.

Como tarea inicial y en forma colaborativa se identifica cada una de las etapas que se debe cumplir.

En el espacio de trabajo virtual del GIIE, se completa el documento realizado en forma colaborativa, constituyendo el Avance I.

### **Idea**

Determinar la variación en grado de fluidez o consistencia del hormigón fresco variando la granulometría de sus áridos finos.

No se trata de una idea nueva, pero se entiende apropiada a los efectos de introducir un método de trabajo novedoso, acorde al nivel del curso.

Se completa y envía a INTERFIS, el Formulario Inicio GIIE-Presentación de idea.

Una vez aceptada se continúa el proceso de formulación de la propuesta.

## **Planteamiento del problema**

¿Si se varía la granulometría de los áridos se mantiene el asiento del hormigón según se refieren en indicadores normalizados?

Del descenso del hormigón depende la consistencia.

Las variables que se relacionan son la consistencia y el tamaño de los granos de árido fino.

Se plantea el experimento con cono de Abrams y tamices de áridos finos que permiten homogeneizar granos, se selecciona un retenido parcial de muestra y otro de la arena sin cribar y se mantiene la misma dosificación de componentes y la misma relación agua-cemento en la preparación del hormigón, en los dos ensayos.

La experiencia se viabiliza en la escuela contando con los materiales de laboratorio (cono de Abrams, tamices, balanza, horno) y de preparación del hormigón (arenas de diferente tamaño de granos, pedregullo y cemento portland), baldes, palas y guantes.

## **Revisión de la literatura**

Existe mucha información sobre el tema. Se trabaja con la normativa y con el marco teórico accesible a los alumnos.

Se brinda el conocimiento básico de los elementos, sus características, propiedades, normativa y usos.

## **Alcance del estudio**

Es descriptivo y correlacional.

## **Hipótesis**

La variación de la granulometría de los áridos finos del hormigón no modifica la consistencia del hormigón fresco.

## **Diseño**

Se utilizan los tamices para cribar áridos finos y se seleccionan dos módulos de finura (MF) de grano retenido. Se prepara una muestra de hormigón fresco con cada módulo de finura de árido y con igual dosificación y se mide la consistencia en cono de Abrams cotejándola con indicadores de consistencia tabulados.

En el ensayo la variable independiente es el módulo de finura de áridos finos.

La variable dependiente es la consistencia del hormigón fresco medida por el asentamiento.

Se completa y envía a INTERFIS, Formulario de Solicitud de material del Laboratorio Especializado.

Se completa y envía a Interfís el Formulario de Avance-GIIE.

## **Definición y obtención de datos**

Este plan incluye determinar:

1. Los datos necesarios para responder la pregunta de investigación se encuentran en el ensayo del asentamiento del hormigón fresco con el cono de Abrams
2. Las fuentes se encuentran en la prueba del hormigón con el cono de Abrams y posterior medición de asentamiento, comparación con tablas normalizadas de datos de características del asentamiento
3. Los datos son recolectados a través de un ensayo con material de laboratorio y materiales para elaborar el hormigón
4. Para responder al problema se plantea:
  - 4.1. Análisis granulométrico del árido fino que consta de:
    - 4.1.1. toma de la muestra
    - 4.1.2. secado de la muestra en horno
    - 4.1.3. peso de la muestra seca (500 g aprox.)
    - 4.1.4. tamizado según norma
    - 4.1.5. peso de retenidos parciales y de resto
    - 4.1.6. selección de dos muestras retenidas para la preparación del hormigón
  - 4.2. Preparación del hormigón con las muestras de áridos finos seleccionados, el árido grueso, el portland y el agua para realizar los ensayos en el cono de Abrams
5. Recursos disponibles: Cono de Abrams, tamices, horno, balanza, materiales que conforman el hormigón, guantes, pala, balde y cancha

## **Recolección de datos**

Los datos se recolectan a través de:

- 1) preparación de las muestras de áridos finos con tamices normalizados (confiable y válido)
- 2) elección de dos muestras de árido fino: A) árido natural y la B) selección de un retenido parcial del tamiz
- 3) preparación de los hormigones con los áridos finos seleccionados y misma dosificación (3 partes, 2 partes, 1 parte, A/C 0,6)
- 4) realización del ensayo de la muestra "A" en el cono de Abrams normalizado y la medición del asentamiento
- 5) repetición del procedimiento con la muestra "B" y la medición del asentamiento
- 6) registro de datos
- 7) comparación con indicadores de medidas de asentamiento del hormigón
- 8) registro fotográfico del proceso de ensayo

### **Análisis de datos**

El método a utilizar es la medición del descenso del hormigón con el cono de Abrams (material de laboratorio normalizado), por lo que se espera lograr un grado aceptable de confiabilidad.

Los datos resultantes registrados en tablas se relacionan en gráficos.

La interpretación de los gráficos permite obtener conclusiones al comparar los resultados obtenidos con los esperados al plantear la hipótesis dentro de márgenes admisibles de error.

### **Elaboración del reporte**

Se tienen en cuenta las razones por las cuales surge la investigación, los usuarios del estudio y el contexto en que se va a presentar.

## **III. RÚBRICA DE AUTOEVALUACIÓN**

Se analiza la propuesta de acuerdo a la rúbrica disponible en el espacio de trabajo virtual, que considera los aspectos a evaluar y establece cuatro niveles de desempeño: alto (4), estándar (3), bajo (2) y no cumple con los requerimientos (1).

Completada la misma se entiende que la propuesta se encuentra en nivel 3 Estándar definido como “Muestra comprensión adecuada del tema que propone estudiar”. Ningún aspecto se evalúa en nivel 1.

## **IV. TAREA REALIZADA**

Se utiliza la tutoría como método pedagógico, permitiendo tener un trato personalizado y de acompañamiento con los alumnos para alcanzar los resultados propuestos.

Las sesiones de trabajo son, al comienzo una vez por mes tres horas de clase, para llegar al final a una vez por semana. En total se tienen 14 sesiones.

### **Recursos**

Materiales de laboratorio:

- Serie de Tamices normalizados (norma ASTM E 11) que permite mediante el cribado del árido fino homogeneizar el grano del mismo
- Cono de Abrams, molde con forma de tronco de cono normalizado, que permite mediante su llenado y compactación del hormigón y posterior retiro del cono de forma vertical, medir el asiento de la mezcla que determina su consistencia, según indica la norma UNIT NM 67/ISO 4109
- Balanza de precisión para el peso del aglomerante necesario para determinar la relación de este con el agua

Materiales para su elaboración:

- árido fino (arena)
- árido grueso (pedregullo)

- aglomerante (cemento portland)
- agua

Elementos:

- palas
- baldes
- guantes

Espacio físico de trabajo

- Laboratorio de ETSN
- Patio exterior para elaboración de hormigón y ensayos

Espacio virtual de Interfis GIIE#011

- Uso de TIC. Diversas herramientas para contacto, envío de formularios y avances, registro de datos, trazado de gráficos, presentación de informes, registro del trabajo de campo, diagrama temporal
- Drive en el que se crean carpetas con documentos, propuesta, rúbrica, material de apoyo, bibliografía, registros de datos, registro fotográfico de los procesos seguidos, entre otros. Es necesario realizar y editar documentos que se elaboran en forma colaborativa, subir documentos, abrir carpetas. Se utilizan medios informáticos para compartir el trabajo, presentación de avances, ajuste y determinación de tareas en red.

### **Estrategias**

Las estrategias de evaluación implementadas están dirigidas a cómo resuelven las situaciones problemáticas aunque les generen dudas y deban ser resueltas en conjunto con la tutora.

Se elaboran matrices que permiten una evaluación específica en las tareas concretas y generales en la diversidad de tareas.

Se proponen trabajos de campo, preparación de material, registro de datos observados, elaboración de cuadros, gráficos, análisis de resultados, registro fotográfico de las actividades.

### **Duración. Diagrama temporal**

La investigación se desarrolla entre agosto y noviembre de 2013.

Se realiza el diagrama Gantt correspondiente.





## COMPROBACIÓN EMPÍRICA

### HIPÓTESIS

**El hormigón fresco elaborado con igual dosificación no varía su consistencia si se modifica el grado de finura del árido fino**

Se realizan ensayos con hormigón en estado fresco en la elaboración de dos muestras experimentales.

#### a) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Se realiza análisis granulométrico del árido fino para dos casos

1. Se criba el material a través de la serie de tamices normalizados (ASTM E11), separándolos en distintas partículas de igual tamaño retenidas en cada tamiz (en el caso estudiado no se trabaja con tamices normalizados por faltar dos de la serie de 8).

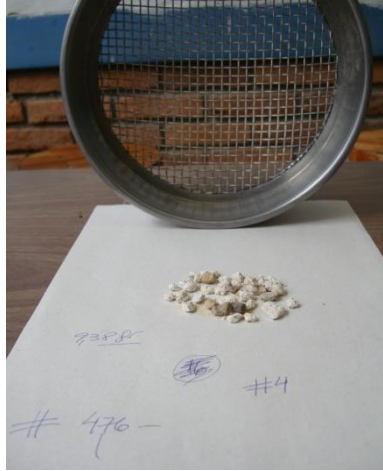
La serie para el estudio debe ser: #4, #8, #16, #30, #50 y #100.

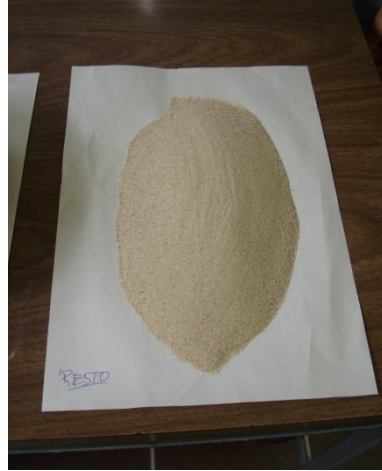
Los tamices disponibles son #4, #8, #10, #16, #20 y #30.

La falta de los tamices #50 y #100 determinan el gran porcentaje de resto, que influye en el trazado de la curva granulométrica.

2. Se registran los porcentajes retenidos parciales y acumulados en cada tamiz de los granos del árido y se calcula el módulo de finura

3. Se grafica el porcentaje de acumulado que pasa en función de la abertura de la malla del tamiz. Se obtienen la correspondiente curva granulométrica.





### Resultados. Tamizado

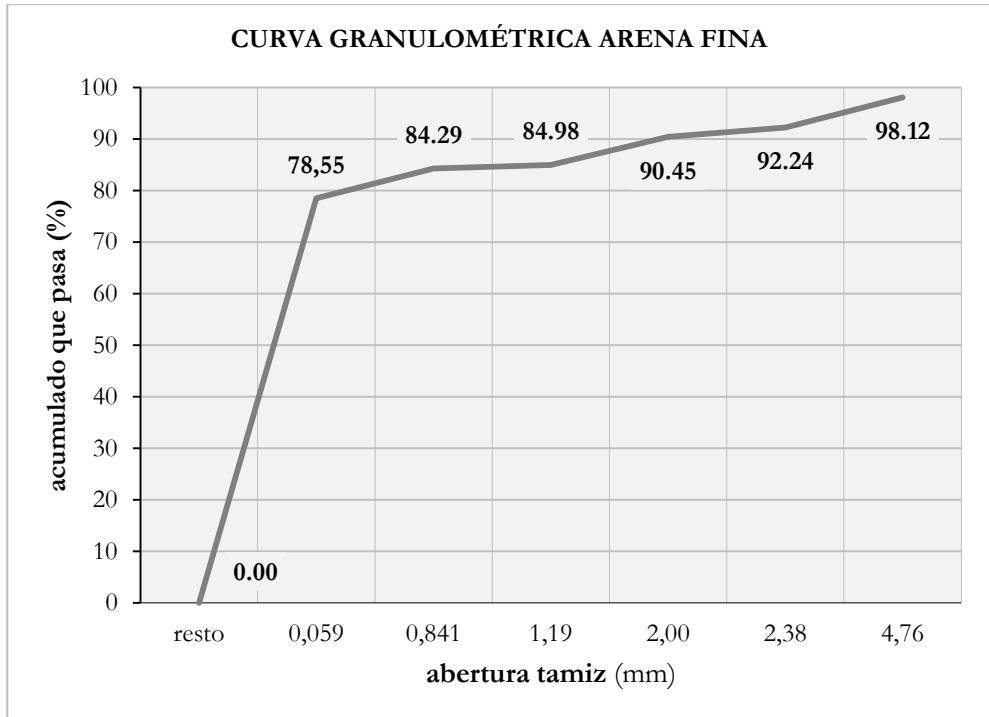
Módulo de Finura:  $(\sum \text{retenidos acumulados serie \%}/100)$

2.3 < Módulo de Finura ideal > 3.1

MÓDULO DE FINURA (MF)	ARENA
<2	Fina
2.5	Media
>3	Gruesa

## Registro de datos

TAMIZADO DE ARENA FINA								
TAMIZ	#4 4.76	#8 2.38	#10 2.00	#16 1.19	#20 0.841	#30 0.059	RESTO	TOTAL
Retenido. Parcial (g)	9,380	29,470	8,930	27,420	3,440	28,190	393,17	500
Retenido. Parcial %	1,880	5,880	1,790	5,470	0,690	5,640	78,620	100
Retenido. Acumulado %	1,880	7,760	9,950	15,020	15,710	21,450	100	
Acumulado. Que Pasa %	98,120	92,240	90,450	84,980	84,290	88,550	0	Datos grafica



**MF = 1.7**

El módulo de finura es menor que dos, por lo que la muestra es de arena fina.

La falta de los tamices #50 y #100 determinan la forma del tramo inicial de la gráfica.

TAMIZADO DE ARENA TERCIADA								
TAMIZ	#4 4,76	#8 2,38	#10 2,00	#16 1,19	#20 0,841	#30 0,059	RESTO	TOTAL
Retenido. Parcial (g)	98,610	105,08	13,150	7,250	4,050	33,580	238,28	500
Retenido. Parcial %	19,722	21,016	2,630	1,450	0,810	6,716	45,656	100
Retenido. Acumulado %	19,722	40,738	43,368	44,818	45,628	52,344	100	
Acumulado. Que Pasa %	80,278	59,262	56,632	55,182	54,372	47,656	0	Datos grafica



**MF = 2.46**

El módulo de finura es mayor que dos y menor que tres, por lo que la muestra es de arena media.

La falta de los tamices #50 y #100 determinan la forma del tramo inicial de la gráfica.

## b) ENSAYO DE CONSISTENCIA

NORMA UNIT NM 67 ISO4109				
CONSISTENCIA	ASPECTO	ASENTAMIENTO (cm)	TOLERANCIA	INTERVALO RESULTANTE (cm)
SECA	SUELTA Y S/COHESIÓN	0-2	• $\pm 0$	0-2
PLÁSTICA	LEVEMENTE COHESIVA	3-5	$\pm 1$	2-6
BLANDA	LEVEMENTE FLUIDA	6-9	$\pm 1$	5-10
FLUIDA	SÚPER FLUIDIFICADA	10-15	$\pm 2$	8-17
LIQUIDA	LIQUIDO (NO UTILIZAR)	16-20	$\pm 2$	14-22

Se selecciona un retenido parcial del árido cribado y el árido de cantera sin cribar para los ensayos de consistencia

### Muestra A

- 3 partes de pedregullo
- 2 partes de arena sin cribar
- 1 parte de cemento portland
- 0,6 partes de agua que se refiere a que la relación es que cada 100 g de cemento se incorporan 60 g de agua

### Muestra B

- 3 partes de pedregullo
  - 2 partes de arena cribada y retenida en el tamiz #8 (abertura de malla 2.38 mm) con un grano continuo
  - 1 parte de cemento portland
  - 0,6 partes de agua que se refiere a que la relación es que cada 100 g de cemento se incorporan 60 g de agua
- 
- Se realiza el ensayo con la mezcla **A** que implica la elaboración del hormigón y su llenado secuenciado en el cono de Abrams, que determina la consistencia del hormigón fresco por la medida del asentamiento.
  - Se repite el ensayo con la mezcla **B**
  - Se registran los datos
  - Se comparan mediciones con indicadores establecidos y probados por ensayo de laboratorio



Las fotos muestran en forma parcial el proceso seguido





## Resultados







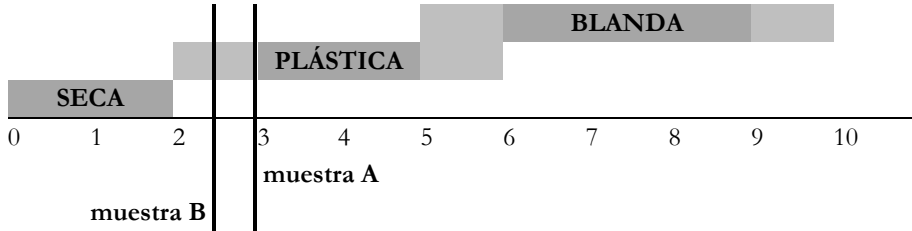
### **Registro de datos**

La muestra "A" tuvo un descenso de 3.0 cm

La muestra "B" tuvo un descenso de 2,5 cm

## Interpretación de datos

La medición del descenso muestra, según normativa, que la consistencia del hormigón de ambas muestras está comprendida entre 2 y 6 cm lo que corresponde a una consistencia Plástica.



Los resultados obtenidos demuestran que no existe una diferencia significativa en el grado de asentamiento y por lo tanto de consistencia entre ambos ensayos.

Para poder generalizar esta conclusión debe repetirse este ensayo un número grande de veces que permita obtener valores representativos.

## Registro fotográfico

Se realiza el registro fotográfico de todo el proceso seguido en el trabajo práctico.

## REPORTE FINAL

Se envía a INTERFIS el Reporte final.

Se incluyen los ítem solicitados: Portada, Índice, Resumen, Método, Resultados, Conclusiones y Apéndices.

Se envía a Interfis.

## Reflexión

Los resultados en primera instancia se refieren a lo actitudinal del grupo, para luego dar paso a lo procedimental y resultados.

El grupo de trabajo toma la propuesta con bajo nivel de motivación. Están ante una propuesta de trabajo novedosa que les exige desestructurar los procedimientos y actitudes de aprendizaje hasta ahora utilizados, deben apoderarse del conocimiento, conectar conocimientos internalizados con nuevas situaciones de aprendizaje.

Una vez que comprenden con mayor claridad cuál es su finalidad se van comprometiendo lenta pero sostenidamente con el proceso de investigación aplicado, hasta hacerlo propio.

Sortean las dificultades cada vez con mayor compromiso y responsabilidad, en instancias de discusión, aporte de ideas y solución de problemas con creatividad.

Generan un cambio en la actitud del grupo en relación a que se muestran abiertos a los desafíos de probar y experimentar nuevas actividades de trabajo donde puedan aplicar conocimientos, incorporar nuevos y transmitirlos. Un cambio observado y no menor es que la propuesta de investigación donde el alumno es parte les permitió madurar.

Las fortalezas a destacar son: la calidad del grupo humano de trabajo, la buena disposición de trabajo, la alegría y disfrute con que se lleva adelante esta propuesta

La debilidad encontrada se refiere al tiempo áulico que se debe utilizar para entender y comprender los alcances, sistematización, lineamientos y objetivos de una propuesta de investigación por tratarse de una actividad novedosa para el docente.

La estrategia metodológica de investigación permite potenciar lo que se teoriza y aplica en el aula llevándolo al campo de lo práctico: teoría-realidad.

Se potencia y profundiza la interdisciplinariedad de actividades, con un lenguaje común notoriamente enriquecedor en aprendizajes para todos los actores.

Esta disciplina de trabajo aporta a la formación a través de actividades en común realizadas por los participantes donde predomina el aprendizaje sobre la enseñanza.

### **Proyección**

El proceso de una propuesta de investigación aplicada nos lleva necesariamente a una nueva idea.

Si bien la variación de la granulometría del árido fino en la preparación del hormigón fresco no modificó su consistencia, ¿qué pasa con la resistencia a la compresión cuando comienza a fraguar?

Esta actividad genera nuevos cuestionamientos y necesidades de evidencias articulando un encadenamiento de las piezas para formar un conocimiento nuevo.

El docente utiliza sus conocimientos previos para resolver nuevos problemas en situaciones nuevas y es en esas conexiones sucesivas entre saberes y aprendizajes nuevos es que se va rehaciendo la educación.

### **Referencias bibliográficas**

AMAT, Oriol (1997) *Aprender a Enseñar*. Barcelona: Ed. Gestión 2000 S.A.

ANDER-EGG, Ezequiel; AGUILAR, María José (1993), *Cómo elaborar un proyecto*. Buenos Aires: Ed. Magisterio del Río de la Plata.

ANDER-EGG, Ezequiel (1991) *El Taller una alternativa para la renovación pedagógica*. Buenos Aires: Ed. Magisterio del Río de la Plata.

BIXIO, Cecilia (1998) *Enseñar a Aprender* Buenos Aires Ed. Homo Sapiens.

CARR, Wilfred (1986) “¿Qué ha pasado con la investigación-acción?” *La teoría para la Educación* Galicia: Ed. Morata; Fundación Paideia

CHANDIAS, Mario; RAMOS, José María (2008) *Cómputos y presupuestos* Buenos Aires: Ed. Alsina pág.-118

CHANDIAS, Mario; RAMOS, José María (2007) *Introducción a la construcción de edificios* Bs As Ed. Alsina pág. 1-25.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos; BAPTISTA, Pilar. (2003): *Metodología de la Investigación* (4ª ed.). México: McGraw-Hill

MIRZA, Fernando (1990) *El arte de estudiar*, Uruguay Ed. Nuevo Mundo

SCHMITT, Heinrich; HEENE, Andreas (2004) *Tratado de Construcción* Barcelona: Ed. Gustavo Gilli S.A. pág. 207-218  
Norma oficial EEUU A.S.T.M-E11 Serie de tamices.

UNIT. MERCOSUR. 1996. Norma Técnica NBRMN 67-96. Hormigón - Determinación de la consistencia mediante el asentamiento del tronco de cono

UNIT. MERCOSUR. 1996. Norma Técnica NBRMN 67/ISO 4109 CIRSOC201 -2005-2007. Reglamento Argentino de estudio del hormigón. Cap. 5. “Hormigón Fresco, propiedades dosificación y puesta en obra”

INTI-Cirsoc. Disponible en <<http://www.inti.gob.ar/cirsoc>>

#### ACLARACIÓN:

**Todo lo relativo al Proyecto Educativo INTERFIS, se encuentra publicado y disponible en su página web: [www.interfis-edu.jimdo.com](http://www.interfis-edu.jimdo.com), que pertenece a Alicia Gadea, Proponente y Responsable Integral del proyecto.**

**Se adaptan algunos de sus contenidos a los efectos de esta publicación de carácter gratuito y exclusivamente con fines de divulgación educativa.**