

# **ANEXOS**

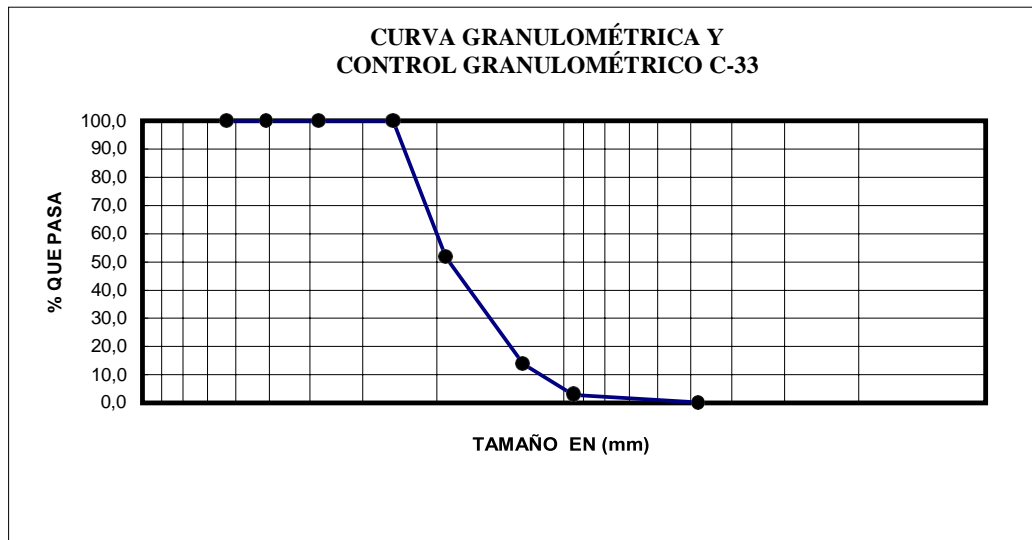
## **A1. Caracterización de los agregados**



## GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno Procedencia: Áridos El Temporal Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Identif. Muestra: Agregado Grueso Laboratorista: Caihuara, Tania Fecha: 18/04/2018
--	--

Peso Total (gr.) =		5000					
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret.	Retenido Acumulado		% Que pasa del total	% Que pasa s/g Especif. ASTM	
			(gr)	(%)			
2 1/2"	63	0,00	0,00	0,00	100,0	100	100
2	50,8	0,00	0,00	0,00	100,0	100	100
1 1/2	38,10	0,00	0,00	0,00	100,0	95	100
1	25,40	0,00	0,00	0,00	100,0		
3/4	19,05	2415,60	2415,60	48,31	51,7	35	70
1/2	12,50	1896,12	4311,72	86,23	13,8		
3/8	9,50	541,80	4853,52	97,07	2,9	10	30
N°4	4,80	138,68	4992,20	99,84	0,2	0	5
BASE	0	7,80	5000,00	100,00	0,0		
SUMA =		5000,00					
PÉRDIDAS =		0,00	TAMAÑO MAX 1 "				
MF =		7,45					



HUMEDAD	
DATO	gr
Peso Muestra Húmeda	500,00
Peso Muestra seca	486,00
Peso Agua	14,00
% de Humedad	2,88

Ing. Moisés Díaz Ayarde  
JEFE LAB. HORMIGONES - RESISTENCIA



## PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Identif. Muestra: Agregado Grueso
Procedencia: Áridos El Temporal	Laboratorista: Caihuara, Tania
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 18/04/2018

MUESTRA N°	PESO MUESTRA SECADA "A" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA CON SUP. SECA "B" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA "C" (gr)	PESO ESPECÍFICO A GRANEL (gr/cm <sup>3</sup> )	PESO ESPECÍFICO SATURADO CON SUP. SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )	% DE ABSORCIÓN
1	4942,30	5000,00	3092,00	2,59	2,62	2,67	1,17
2	4943,80	5000,00	3095,00	2,60	2,62	2,67	1,14
3	4939,74	5000,00	3090,70	2,59	2,62	2,67	1,22
<b>PROMEDIO</b>				<b>2,59</b>	<b>2,62</b>	<b>2,67</b>	<b>1,15</b>

(B-C) = Este término es la pérdida de peso de la muestra sumergida y significa por lo tanto el volumen de agua desplazado o sea el volumen de la muestra.

Ing. Moisés Díaz Ayarde  
JEFE LAB. HORMIGONES - RESISTENCIA



## PESO UNITARIO - AGREGADO GRUESO

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Identif. Muestra: Agregado Grueso
Procedencia: Áridos El Temporal	Laboratorista: Caihuara, Tania
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 18/04/2018

## PESO UNITARIO SUELTO

MUESTRA N°	PESO RECIPIENTE (gr)	VOLUMEN RECIPIENTE (cm3)	PESO RECIP. + MUESTRA SUELTA (gr)	PESO MUESTRA SUELTA (gr)	PESO UNITARIO SUELTO (gr/cm3)
1	8285,00	14000,00	28035,00	19750,00	1,411
2	8285,00	14000,00	27690,00	19405,00	1,386
3	8285,00	14000,00	27900,00	19615,00	1,401
<b>PROMEDIO</b>					<b>1,399</b>

## PESO UNITARIO COMPACTADO

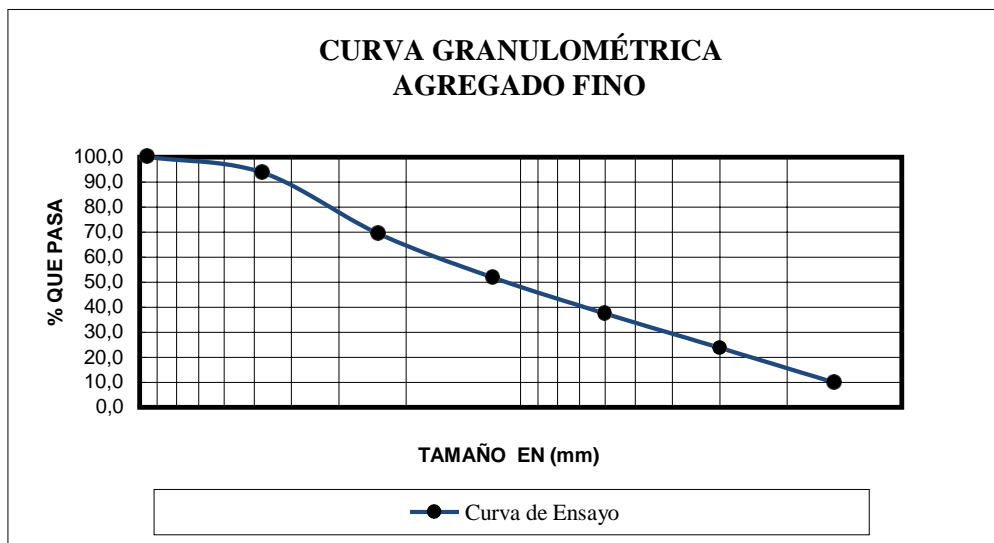
MUESTRA N°	PESO RECIPIENTE (gr)	VOLUMEN RECIPIENTE (cm3)	PESO RECIP. + MUESTRA SUELTA (gr)	PESO MUESTRA SUELTA (gr)	PESO UNITARIO SUELTO (gr/cm3)
1	8285,00	14000,00	29430,00	21145,00	1,510
2	8285,00	14000,00	29235,00	20950,00	1,496
3	8285,00	14000,00	29860,00	21575,00	1,541
<b>PROMEDIO</b>					<b>1,516</b>



## GRANULOMETRÍA - AGREGADO FINO

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Identif. Muestra: Agregado Fino
Procedencia: Áridos El Temporal	Laboratorista: Caihuara, Tania
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 18/04/2018

Peso Total (gr.)		1000					Especificacion ASTM C-33	
Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret.	Ret. Acum	% Ret	% que pasa del total			
3/8	9,50	14,40	0,00	0,00	<b>100,0</b>	100	100	
Nº4	4,75	62,40	62,40	6,24	<b>93,8</b>	95	100	
Nº8	2,36	243,50	305,90	30,59	<b>69,4</b>	100	100	
Nº16	1,18	175,30	481,20	48,12	<b>51,9</b>	45	80	
Nº30	0,60	143,50	624,70	62,47	<b>37,5</b>	100	100	
Nº50	0,30	136,90	761,60	76,16	<b>23,8</b>	10	30	
Nº100	0,15	138,50	900,10	90,01	<b>10,0</b>	2	10	
BASE		83,20	983,30	98,33	<b>1,7</b>			
SUMA		997,7						
PÉRDIDAS		2,3						
MF =		<b>3,14</b>						



HUMEDAD	
DATO	gr
Peso Muestra Húmeda	500,00
Peso Muestra seca	493,90
Peso Agua	6,10
% de Humedad	<b>1,24</b>



## PESO ESPECÍFICO - AGREGADO FINO

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno Procedencia: Áridos El Temporal Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Identif. Muestra: Agregado Fino Laboratorista: Caihuara, Tania Fecha: 31/05/2019
--	--

MUESTRA N°	PESO MUESTRA (gr)	PESO DE MATRÁZ (gr)	MUESTRA + MATRAZ + AGUA (gr)	PESO DEL AGUA AGREGADO AL MATRÁZ "W" (ml) ó (gr)	PESO MUESTRA SECADA "A" (gr)	VOLUMEN DEL MATRÁZ "V" (ml)	P. E. A GRANEL (gr/cm3)	P. E. SATURADO CON SUP. SECA (gr/cm3)	P. E. APARENTE (gr/cm3)	% DE ABSORCIÓN
1	500	253,6	1012,4	258,80	488,70	500,00	2,03	2,07	2,13	2,26
1	500	236,3	1025,9	289,60	491,20	500,00	2,33	2,38	2,44	1,76
1	500	236,3	1022,4	286,10	494,20	500,00	2,31	2,34	2,37	1,16
<b>PROMEDIO</b>							<b>2,22</b>	<b>2,26</b>	<b>2,31</b>	<b>1,73</b>

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*  
 JEFE LAB. HORMIGONES – RESISTENCIA



## PESO ESPECÍFICO - AGREGADO FINO

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Identif. Muestra: Agregado Fino
Procedencia: Áridos El Temporal	Laboratorista: Caihuara, Tania
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 18/04/2018

MUESTRA N°	PESO MUESTRA (gr)	PESO DE MATRÁZ (gr)	MUESTRA + MATRAZ + AGUA (gr)	PESO DEL AGUA AGREGADO AL MATRÁZ "W" (ml) ó (gr)	PESO MUESTRA SECADA "A" (gr)	VOLUMEN DEL MATRÁZ "V" (ml)	P. E. A GRANEL (gr/cm3)	P. E. SATURADO CON SUP. SECA (gr/cm3)	P. E. APARENTE (gr/cm3)	% DE ABSORCIÓN
1	500	215	995	280,00	493,10	500,00	2,24	2,27	2,31	1,38
1	500	215	990	275,00	491,70	500,00	2,19	2,22	2,27	1,66
1	500	215	992	277,00	492,00	500,00	2,21	2,24	2,29	1,60
<b>PROMEDIO</b>							<b>2,21</b>	<b>2,25</b>	<b>2,29</b>	<b>1,55</b>

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*  
 JEFE LAB. HORMIGONES - RESISTENCIA





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUANMISAEI SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESISTENCIA DE MATERIALES

## PESO UNITARIO - AGREGADO FINO

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Identif. Muestra: Agregado Fino
Procedencia: Áridos El Temporal	Laboratorista: Caihuara, Tania
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 18/04/2018

## PESO UNITARIO SUELTO

MUESTRA N°	PESO RECIPIENTE (gr)	VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	PESO RECIP. + MUESTRA SUELTA (gr)	PESO MUESTRA SUELTA (gr)	PESO UNITARIO SUELTO (gr/cm <sup>3</sup> )
1	2680,00	3000,00	7117,20	4437,20	1,479
2	2680,00	3000,00	7171,10	4491,10	1,497
3	2680,00	3000,00	7293,80	4613,80	1,538
<b>PROMEDIO</b>					<b>1,505</b>

## PESO UNITARIO COMPACTADO

MUESTRA N°	PESO RECIPIENTE (gr)	VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	PESO RECIP. + MUESTRA SUELTA (gr)	PESO MUESTRA SUELTA (gr)	PESO UNITARIO SUELTO (gr/cm <sup>3</sup> )
1	2680,00	3000,00	7636,60	4956,60	1,652
2	2680,00	3000,00	7739,90	5059,90	1,687
3	2680,00	3000,00	7809,50	5129,50	1,710
<b>PROMEDIO</b>					<b>1,683</b>

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*

JEFE LAB. HORMIGONES - RESISTENCIA

## **A2. Dosificación de la mezcla de hormigón**



## DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES

### METODO ACI-211

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Tipo de H°: H-21
Procedencia: Áridos El Temporal	Laboratorista: Caihuara, Tania
Identificación muestra: Muestra única	Fecha: 18/04/2018

### CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ENSAYO	Unidad	Valor
1.- Modulo de finura de la arena (MF)	s/u	3,14
2.- Peso unitario Compactado de la grava ( PUC )	kg/m <sup>3</sup>	1516
3.- Peso específico de la arena ( $\gamma_f$ )	gr/cm <sup>3</sup>	2,29
4.- Peso específico de la grava ( $\gamma_g$ )	gr/cm <sup>3</sup>	2,67
5.- Absorción de la arena ( Aa )	%	1,55
6.- Absorción de la Grava ( Ag )	%	1,2
7.- Humedad de la Arena ( Ha )	%	6,10
8.- Humedad de la Grava ( Hg )	%	2,88
9.- Tamaño máximo Nominal ( TMN )	pulg	1 "
10.- Tamaño Máximo ( TM )	pulg	1 "
11.- Peso específico del cemento	gr/cm <sup>3</sup>	3,14

### CARACTERISTICAS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño ( fck' )	210	kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia Característica ( fck ) (Tabla 11.12)	295	kg/cm <sup>2</sup>
Asentamiento ( S ) (Tabla 11.4)	3	pulg
Relacion Agua / Cemento ( a/c ) (Tabla 11,13)	0,46	s/u

### DATOS DE TABLAS

Vol. Agr. Grueso / Vol. unitario concreto ( b/bo ) (Tabla 11.1)	0,65	s/u
Requerimiento de Agua ( A ) (Tabla 11.7)	188	kg/m <sup>3</sup>

## CALCULOS

Peso Agregado Grueso ( Pag )	= (b/bo)xPUC <b>985,37</b> kg/m <sup>3</sup>
Peso cemento ( Pc )	= A / (a/c ) <b>408,70</b> kg/m <sup>3</sup>
Volumen de Agregado Grueso ( Vag )	= Pag/γg <b>368,70</b> lt/m <sup>3</sup>
Volumen del cemento ( Vc )	= Pc/γc <b>130,16</b> lt/m <sup>3</sup>
Volumen de Arena ( Vaf )	= 1000 - Vc - A - Vag <b>313,14</b> lt/m <sup>3</sup>
Peso del agregado fino ( Paf )	= Vaf x γf <b>717,24</b> kg/m <sup>3</sup>

## PESOS SECOS DE LOS INGREDIENTES POR (m<sup>3</sup>) DE CONCRETO

Ingrediente	Peso Seco kg/m <sup>3</sup>	Volumen Absoluto lt/m <sup>3</sup>	Peso especifico gr/cm <sup>3</sup>
<i>Cemento</i>	408,70	130,16	3,14
<i>Agua</i>	188	188	1
<i>Grava</i>	985,37	368,70	2,67
<i>Arena</i>	717,24	313,14	2,29
<b>TOTAL</b>	<b>2299,31</b>	<b>1000,00</b>	

## PESOS HUMEDOS DE LOS MATERIALES

Peso Húmedo de la arena ( Pha )	= Paf x ( 1 + Ha ) <b>760,99</b> kg/m <sup>3</sup>
Peso Húmedo de la Grava ( Phg )	= Pag x ( 1 + Hg ) <b>1013,75</b> kg/m <sup>3</sup>

## CORRECCION DEL AGUA

Agua corregida a la grava ( Acg )	= Pag x ( Ag - Hg ) <b>-17,03</b> lt/m <sup>3</sup>
Agua corregida a la Arena ( Acf )	= Paf x ( Aa - Ha ) <b>-32,66</b> lt/m <sup>3</sup>
Total Agua Corregida ( Atc )	= Acg + Acf <b>-49,69</b> lt/m <sup>3</sup>

**PESOS HUMEDOS DE LOS INGREDIENTES POR (m<sup>3</sup>) DE HORMIGON**

<b>Ingrediente</b>	<b>Peso Seco kg/m<sup>3</sup></b>	<b>Peso Húmedo kg/m<sup>3</sup></b>
<b>Cemento</b>	408,70	408,70
<b>Agua</b>	188,00	138,31
<b>Grava</b>	985,37	1013,75
<b>Arena</b>	717,24	760,99
<b>TOTAL</b>	<b>2299,31</b>	<b>2321,75</b>

**PROPORCIONES DE MEZCLA**

<b>Cemento</b>	<b>Arena</b>	<b>Grava</b>
<b>1,0</b>	<b>1,8</b>	<b>2,4</b>

**OBSERVACIONES**

- 1.- Las humedades tanto de la grava como de la arena corresponden a las obtenidas en laboratorio debiendo hacer las correcciones adecuadas en obra en el momento del vaciado.
- 2.- La presente dosificación no tendrá efecto en caso de agregados contaminados o sucios, con: arcillas o finos, materiales orgánicos, residuos de otros materiales, etc.  
Por lo que se recomienda lavar siempre los áridos antes de utilizarlos.

<b>PROBETAS DE PRUEBA</b>	
<b>SECO</b>	<b>HÚMEDO</b>
<b>(Kg) para 2 probetas</b>	<b>(Kg) para 2 probetas</b>
5,2	5,2
2,4	1,8
12,5	12,9
9,1	9,7

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*  
JEFE LAB. HORMIGONES -  
RESISTENCIA

**A3. Ensayo Estándar de Resistencia a  
Compresión de Especímenes Cilíndricos de  
Hormigón**



### ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 03/05/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	N4	02/05/2018	03/05/2018	1	3,51	35,78
2	Hormigón Simple	H-21	N5	02/05/2018	03/05/2018	1	4,51	45,97
3	Hormigón Simple	H-21	N1	26/04/2018	03/05/2018	7	15,67	159,73
4	Hormigón Simple	H-21	E16	02/05/2018	03/05/2018	1	8,21	83,69
5	Hormigón Simple	H-21	E2	02/05/2018	03/05/2018	1	7,75	79,00
6	Hormigón Simple	H-21	E1	26/04/2018	03/05/2018	7	15,60	159,02
7	Hormigón Simple	H-21	E17	26/04/2018	03/05/2018	7	16,45	167,69

**Observaciones:**

1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante
2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESISTENCIA DE MATERIALES

## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 15/05/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	N17	08/05/2018	15/05/2018	7	15,84	161,47
2	Hormigón Simple	H-21	N18	08/05/2018	15/05/2018	7	16,11	164,22
3	Hormigón Simple	H-21	E18	08/05/2018	15/05/2018	7	16,99	173,19
4	Hormigón Simple	H-21	E19	08/05/2018	15/05/2018	7	17,10	174,31

### Observaciones:

1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante
2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*  
RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES





## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 16/05/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	N19	09/05/2018	16/05/2018	7	15,85	161,57
2	Hormigón Simple	H-21	E20	09/05/2018	16/05/2018	7	17,31	176,45

### Observaciones:

1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante
2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*  
**RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESISTENCIA DE MATERIALES

## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 17/05/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	N16	16/05/2018	17/05/2018	1	4,26	43,43
2	Hormigón Simple	H-21	N6	14/05/2018	17/05/2018	3	9,44	96,23
3	Hormigón Simple	H-21	N7	14/05/2018	17/05/2018	3	9,11	92,86
4	Hormigón Simple	H-21	N21	03/05/2018	17/05/2018	14	18,05	184,00
5	Hormigón Simple	H-21	E3	16/05/2018	17/05/2018	1	7,93	80,84
6	Hormigón Simple	H-21	E6	14/05/2018	17/05/2018	3	11,83	120,59
7	Hormigón Simple	H-21	E7	14/05/2018	17/05/2018	3	12,34	125,79
8	Hormigón Simple	H-21	E21	03/05/2018	17/05/2018	14	19,84	202,24

### Observaciones:

1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante
2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante

Ing. Moisés Díaz Ayarde  
RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESISTENCIA DE MATERIALES

## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 18/05/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	N2	17/05/2018	18/05/2018	1	3,83	39,04
2	Hormigón Simple	H-21	N3	17/05/2018	18/05/2018	1	4,79	48,83
3	Hormigón Simple	H-21	N8	15/05/2018	18/05/2018	3	9,85	100,41
4	Hormigón Simple	H-21	N9	15/05/2018	18/05/2018	3	8,60	87,67
5	Hormigón Simple	H-21	N22	04/05/2018	18/05/2018	14	19,34	197,15
6	Hormigón Simple	H-21	N23	04/05/2018	18/05/2018	14	18,67	190,32
7	Hormigón Simple	H-21	E4	17/05/2018	18/05/2018	1	6,80	69,32
8	Hormigón Simple	H-21	E5	17/05/2018	18/05/2018	1	7,46	76,04
9	Hormigón Simple	H-21	E8	15/05/2018	18/05/2018	3	12,87	131,19
10	Hormigón Simple	H-21	E9	15/05/2018	18/05/2018	3	12,70	129,46
11	Hormigón Simple	H-21	E22	04/05/2018	18/05/2018	14	19,64	200,20
12	Hormigón Simple	H-21	E23	04/05/2018	18/05/2018	14	19,39	197,66

### Observaciones:

1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante
2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante

Ing. Moisés Díaz Ayarde  
RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESISTENCIA DE MATERIALES

## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 21/05/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	N10	18/05/2018	21/05/2018	3	8,84	90,11
2	Hormigón Simple	H-21	N24	07/05/2018	21/05/2018	14	19,32	196,94
3	Hormigón Simple	H-21	N25	07/05/2018	21/05/2018	14	18,41	187,67
4	Hormigón Simple	H-21	E10	18/05/2018	21/05/2018	3	11,97	122,02
5	Hormigón Simple	H-21	E24	07/05/2018	21/05/2018	14	20,14	205,30
6	Hormigón Simple	H-21	E25	07/05/2018	21/05/2018	14	19,35	197,25

### Observaciones:

1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante
2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante

Ing. Moisés Díaz Ayarde

RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES



## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 23/05/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	N20	16/05/2018	23/05/2018	7	14,93	152,19

### Observaciones:

1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante
2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*  
RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES



## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 25/05/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	N26	27/04/2018	25/05/2018	28	21,46	218,76
2	Hormigón Simple	H-21	N27	27/04/2018	25/05/2018	28	21,75	221,71
3	Hormigón Simple	H-21	E26	27/04/2018	25/05/2018	28	22,85	232,93
4	Hormigón Simple	H-21	E27	27/04/2018	25/05/2018	28	22,24	226,71

### Observaciones:

1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante
2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*  
RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES



## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 28/05/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	N28	30/04/2018	28/05/2018	28	21,39	218,04
2	Hormigón Simple	H-21	N29	30/04/2018	28/05/2018	28	21,47	218,86
3	Hormigón Simple	H-21	E28	30/04/2018	28/05/2018	28	22,57	230,07
4	Hormigón Simple	H-21	E29	30/04/2018	28/05/2018	28	22,38	228,13

<b>Observaciones:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante</li><li>2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante</li></ol>
---

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*  
RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESISTENCIA DE MATERIALES

## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 04/06/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	E'16	28/05/2018	04/06/2018	7	16,76	170,85
2	Hormigón Simple	H-21	E'17	28/05/2018	04/06/2018	7	16,56	168,81

### Observaciones:

1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante
2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*  
**RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES**





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESISTENCIA DE MATERIALES

## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 05/06/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	E'18	29/05/2018	05/06/2018	7	16,12	164,32
2	Hormigón Simple	H-21	E'19	29/05/2018	05/06/2018	7	17,25	175,84

<b>Observaciones:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante</li><li>2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante</li></ol>
---

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*

**RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES**



## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 07/06/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	E'6	04/06/2018	07/06/2018	3	12,95	132,01
2	Hormigón Simple	H-21	E'7	04/06/2018	07/06/2018	3	13,77	140,37
3	Hormigón Simple	H-21	E'10	04/06/2018	07/06/2018	3	13,38	136,39
4	Hormigón Simple	H-21	E'22	24/05/2018	07/06/2018	14	19,83	202,14
5	Hormigón Simple	H-21	E'23	24/05/2018	07/06/2018	14	19,57	199,49

### Observaciones:

1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante
2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante

Ing. Moisés Díaz Ayarde  
RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES



## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 08/06/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	E'1	07/06/2018	08/06/2018	1	9,59	97,76
2	Hormigón Simple	H-21	E'8	05/06/2018	08/06/2018	3	13,04	132,93
3	Hormigón Simple	H-21	E'9	05/06/2018	08/06/2018	3	12,91	131,60
4	Hormigón Simple	H-21	E'24	25/05/2018	08/06/2018	14	20,42	208,15
5	Hormigón Simple	H-21	E'25	25/05/2018	08/06/2018	14	19,67	200,51

### Observaciones:

1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante
2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante

Ing. Moisés Díaz Ayarde  
RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESISTENCIA DE MATERIALES

## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 11/06/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	E'20	04/06/2018	11/06/2018	7	16,84	171,66

### Observaciones:

1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante
2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*

**RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESISTENCIA DE MATERIALES

## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 12/06/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	E'2	11/06/2018	12/06/2018	1	8,85	90,21
2	Hormigón Simple	H-21	E'3	11/06/2018	12/06/2018	1	9,24	94,19

### Observaciones:

1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante
2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*  
**RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESISTENCIA DE MATERIALES

## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 13/06/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	E'4	12/06/2018	13/06/2018	1	9,92	101,12
2	Hormigón Simple	H-21	E'5	12/06/2018	13/06/2018	1	9,79	99,80

<b>Observaciones:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante</li><li>2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante</li></ol>
---

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*  
**RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESISTENCIA DE MATERIALES

## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 15/06/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	N30	18/05/2018	15/06/2018	28	21,73	221,51
2	Hormigón Simple	H-21	E30	18/05/2018	15/06/2018	28	22,71	231,50

<b>Observaciones:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante</li><li>2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante</li></ol>
---

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*

**RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESISTENCIA DE MATERIALES

## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 18/06/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	E'26	21/05/2018	18/06/2018	28	22,42	228,54
2	Hormigón Simple	H-21	E'27	21/05/2018	18/06/2018	28	22,11	225,38

<b>Observaciones:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante</li><li>2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante</li></ol>
---

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*

**RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES**





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESISTENCIA DE MATERIALES

## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 20/06/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	E'28	23/05/2018	20/06/2018	28	22,13	225,59
2	Hormigón Simple	H-21	E'29	23/05/2018	20/06/2018	28	22,24	226,71
3	Hormigón Simple	H-21	E'30	23/05/2018	20/06/2018	28	22,94	233,84

### Observaciones:

1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante
2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*

**RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESISTENCIA DE MATERIALES

## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 21/06/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	E'21	07/06/2018	21/06/2018	14	19,52	198,98

### Observaciones:

1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante
2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*

**RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESISTENCIA DE MATERIALES

## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 27/06/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	E"16	20/06/2018	27/06/2018	7	12,66	129,05
2	Hormigón Simple	H-21	E"17	20/06/2018	27/06/2018	7	13,05	133,03

### Observaciones:

1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante
2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*  
**RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES**



## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 28/06/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	E"18	21/06/2018	28/06/2018	7	12,62	128,64
2	Hormigón Simple	H-21	E"19	21/06/2018	28/06/2018	7	13,11	133,64

### Observaciones:

1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante
2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*  
**RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESISTENCIA DE MATERIALES

## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 29/06/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	E"20	22/06/2018	29/06/2018	7	13,53	137,92
2	Hormigón Simple	H-21	E"21	15/06/2018	29/06/2018	14	13,93	142,00

### Observaciones:

1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante
2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*  
RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESISTENCIA DE MATERIALES

## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 02/07/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	E"10	29/06/2018	02/07/2018	3	11,13	113,46
2	Hormigón Simple	H-21	E"22	18/06/2018	02/07/2018	14	13,68	139,45
3	Hormigón Simple	H-21	E"23	18/06/2018	02/07/2018	14	14,55	148,32

### Observaciones:

1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante
2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*

**RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES**



## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 03/07/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	E"1	02/07/2018	03/07/2018	1	8,92	90,93
2	Hormigón Simple	H-21	E"2	02/07/2018	03/07/2018	1	8,73	88,99
3	Hormigón Simple	H-21	E"24	19/06/2018	03/07/2018	14	14,72	150,05
4	Hormigón Simple	H-21	E"25	19/06/2018	03/07/2018	14	15,21	155,05

### Observaciones:

1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante
2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*  
**RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESISTENCIA DE MATERIALES

## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 04/07/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	E"3	03/07/2018	04/07/2018	1	8,29	84,51
2	Hormigón Simple	H-21	E"4	03/07/2018	04/07/2018	1	9,08	92,56

### Observaciones:

1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante
2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*

**RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES**





### ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 05/07/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	E"5	04/07/2018	05/07/2018	1	9,22	93,99

**Observaciones:**

1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante
2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*  
**RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESISTENCIA DE MATERIALES

## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 09/07/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	E"6	06/07/2018	09/07/2018	3	10,99	112,03
2	Hormigón Simple	H-21	E"7	06/07/2018	09/07/2018	3	11,35	115,70

### Observaciones:

1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante
2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*  
**RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES**



## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 11/07/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	E"26	13/06/2018	11/07/2018	28	15,47	157,70
2	Hormigón Simple	H-21	E"27	13/06/2018	11/07/2018	28	15,71	160,14

### Observaciones:

1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante
2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*  
**RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES**



## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 12/07/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	E"8	09/07/2018	12/07/2018	3	10,87	110,81
2	Hormigón Simple	H-21	E"9	09/07/2018	12/07/2018	3	10,59	107,95
3	Hormigón Simple	H-21	E"28	14/06/2018	12/07/2018	28	16,48	167,99
4	Hormigón Simple	H-21	E"29	14/06/2018	12/07/2018	28	16,66	169,83

<b>Observaciones:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante</li><li>2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante</li></ol>
---

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*  
**RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESISTENCIA DE MATERIALES

## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

Proyecto: Aplicación del curado eléctrico del hormigón en época de invierno	Laboratorista: Caihuara, Tania
Procedencia: Áridos El Temporal	Identificación muestra: Probetas
Solicitante: Proyecto de Ing. Civil II - CIV 502	Fecha: 13/07/2018

Probeta N°	ESPECIFICACION	Identificación		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (MPa)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Hormigón Simple	H-21	E"30	15/06/2018	13/07/2018	28	16,29	166,06

### Observaciones:

1. El muestreo y curado de probetas fue proporcionado por el solicitante
2. Los datos de vaciado fueron proporcionados por el solicitante

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*  
RESP. LAB. SUELOS Y HORMIGONES

## **A4. Fotografías de la Experimentación**



Figura 1. Especímenes (Vista Superior)



Figura 2. Rotura a compresión de probetas



Figura 3. Rotura a compresión de probetas





Figura 4. Desarrollo de prueba: Caracterización de agregados



Figura 5. Desarrollo de prueba: Caracterización de agregados

## **A5. Guía de Procedimientos y Precauciones**

## GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y PRECAUCIONES

### DISEÑO DE UN SISTEMA DE CURADO ELÉCTRICO BÁSICO

(Probeta cilíndrica con platos paralelos de acero inoxidable)

#### 1. Datos básicos requeridos

a) Cantidad de hormigón a ser curado en un turno de ocho horas.

- *Volumen de concreto por curado*
- *Masa de concreto por curado*

b) Número de turnos en 24 horas

- *Tiempo total de curado*

c) Número de líneas de producción previstas y diseño general del sitio de producción

d) Resistencia de desmolde requerida

e) Propiedades de la mezcla

- *Contenido de cemento por m<sup>3</sup> de hormigón*
- *Relación agua/cemento*
- *Contenido de calor de hidratación del hormigón*

Se determina mediante el ensayo ASTM C 186: Método de Prueba Estándar para el Calor de Hidratación del Cemento Hidráulico. Como referencia puede utilizarse:

**Tabla 1. Valores aproximados de calor de hidratación para varios tipos de cemento**

Cemento Portland de endurecimiento rápido (RHPC)	70 – 80 [cal/g]
Cemento Portland Ordinario (OPC)	50 – 60 [cal/g]
Bajo calor (cemento con puzolana)	30 – 40 [cal/g]

Fuente: Direct Electrical Curing of Concrete: Basic Design, I.D. Kafry.

- *Calor específico del concreto*

Como referencia puede utilizarse: Calor específico del concreto  $\approx 0,22$  [cal/kg] (Kafry,1993)

- *Pérdida de calor por convección*

Como referencia puede utilizarse:

La pérdida de calor por convección para un cuerpo gris en aire estático es alrededor de 8 [W/m<sup>2</sup> °C]. Cuando se tiene corriente de aire se aplica la fórmula:

$$\lambda' = \lambda_{cov} * (1 + Ca * \sqrt{v})$$

Donde  $\lambda'$  = coeficiente de convección para una superficie ventilada [W/m<sup>2</sup> °C]

$\lambda_{cov}$  = coeficiente de convección natural [W/m<sup>2</sup> °C]

$Ca$  = coeficiente empírico para una corriente de aire uniforme  $\approx 1,3$

$v$  = velocidad de la corriente de aire [m/s]

(Fuente: Direct Electrical Curing of Concrete: Basic Design, I.D. Kafry).

- *Eficiencia del Sistema (Fracción del calor de hidratación liberado durante ese tiempo)*

Esta eficiencia es la relación estimada del calor de hidratación liberado durante el tiempo total del ciclo ( $T_t$ ) y el contenido de calor de tres días total. Es una figura empírica, siendo sus valores para:

$$T_t = 10 \text{ horas}, \quad \eta \approx 0,60$$

$$Y \quad T_t = 16 \text{ horas}, \quad \eta \approx 0,75$$

$$Y \quad T_t = 20 \text{ horas}, \quad \eta \approx 0,80$$

(Fuente: Direct Electrical Curing of Concrete: Basic Design, I.D. Kafry).

f) Parámetros del producto

- *Diámetro de la probeta*
- *Altura de la probeta*

- *Superficie de la probeta*
- g) Datos de refuerzo de acero
- h) Datos del encofrado
- i) Procedimiento de producción previsto
- j) Condiciones del sitio
- *Temperatura ambiente mínima a ser considerada dentro del ambiente de vaciado*
- k) Naturaleza del local
- l) Suministro de energía eléctrica

## 2. Cálculos preliminares

### a) Módulo de superficie

$$\gamma = A/V$$

Donde:  $\gamma$  = módulo de superficie [ $m^{-1}$ ]

$A$  = área [ $m^2$ ]

$V$  = volumen [ $m^3$ ]

### b) Pérdidas de calor por convección y radiación

$$\text{Velocidad de pérdida de calor por convección y radiación} = A * \lambda$$

Donde:  $\lambda$  = coeficiente de convección [ $W/m^2 \text{ } ^\circ C$ ]

$A$  = área [ $m^2$ ]

### c) Calor de hidratación

$$Q_{hy} = \frac{q * 10^3 * w * V}{860} [kWh]$$

Donde  $q$  = contenido de calor del cemento [ $cal/g$ ]

$w$  = contenido de cemento de la mezcla [ $Kg/m^3$ ]

$V$  = volumen del producto por unidad de longitud [ $\text{m}^3$ ]

$Q_{hy}$  = calor de hidratación [kWh]

**d) Potencia por hidratación disponible**

$$P_{hy} = \frac{Q_{hy} * \eta}{T_t}$$

Donde:  $P_{hy}$  = energía de hidratación [kW]

$Q_{hy}$  = calor de hidratación [kWh]

$\eta$  = eficiencia del método de calentamiento

$T_t$ : tiempo actual de curado [h]

**e) Incremento promedio de la temperatura del producto por encima de la ambiental debido a la hidratación de la mezcla**

$$\theta_{mhy} = \frac{P_{hy}}{A * \lambda}$$

Donde  $P_{hy}$  = energía de hidratación [kW]

$A\lambda$  = velocidad de pérdida de calor [ $\text{W}/^\circ\text{C}$ ]

$\theta_{mhy}$  = incremento promedio de la temperatura del producto por encima de la ambiental debido a la hidratación de la mezcla [ $^\circ\text{C}$ ]

**f) Temperatura media durante el periodo de curado natural**

$$t_{nav} = \theta_{nav} + t_0$$

Además:  $\theta_{nav} \cong \theta_{mhy}$

Donde:  $\theta_{nav}$  = elevación de temperatura del sistema en el periodo de curado natural [ $^\circ\text{C}$ ]

$\theta_{mhy}$  = incremento promedio de la temperatura del producto por encima de la ambiental debido a la hidratación de la mezcla [ $^\circ\text{C}$ ]

$t_{nav}$ = temperatura promedio durante el periodo de curado natural [°C]

$t_0$ = temperatura ambiente inicial [°C]

**g) Madurez durante el curado natural (sin aplicar curado acelerado)**

$$M_n = T_t * \left( \frac{t_{nav} + 16}{36} \right)^2$$

Donde  $M_n$ = madurez obtenida durante el periodo de curado natural [°C \* h]

$T_t$ = duración del periodo de curado natural [°C]

$t_{nav}$ = temperatura promedio durante el periodo de curado natural [°C]

**h) Constante de tiempo del sistema**

$$\tau = \frac{c * M_1}{A\lambda * 860} [h]$$

Donde:  $\tau$ = constante “temperatura-tiempo” [h]

$c$ : = capacidad calorífica del hormigón [cal/kg]

$M_1$ = masa de hormigón [kg]

$A\lambda$ = velocidad de pérdida de calor [W/° C]

**3. Determinación de la temperatura máxima de curado**

Para alcanzar la misma madurez que la obtenida por el curado convencional, se determina la temperatura necesaria para lograrlo en un menor tiempo:

$$t_t = \left( \frac{M}{T_t} \right)^{\frac{1}{2}} * 36 - 16$$

Donde  $M$ = madurez [°C \* h]

$T_t$ = tiempo total de ciclo [h]

$t_t$ = temperatura máxima de curado [°C]

#### 4. Diseño del sistema CED

Se establecen los siguientes datos, de acuerdo al criterio del calculista:

- Tiempo de curado natural (se recomienda entre 3 a 5 horas)
- Duración de periodo de calentamiento
- Duración de periodo isotérmico
- Duración de periodo de enfriamiento
- Temperatura ambiente inicial
- Temperatura máxima de curado (determinada en el punto 3)

##### a) Elevación final de temperatura

$$\theta_f = t_f - t_0$$

Donde:  $\theta_f$ = elevación final de temperatura

$t_f$ = temperatura final de curado

$t_0$ = temperatura ambiente

##### b) Incremento máximo de temperatura que puede alcanzar

$$\theta_m = \frac{\theta_f}{1 - e^{-\frac{T_h}{\tau}}}$$

Donde:  $\theta_f$ = elevación final de temperatura

$\theta_m$ = incremento máximo de temperatura que un cuerpo puede alcanzar dentro de un cierto conjunto de condiciones [°C]

$T_h$ = duración del periodo de calentamiento [h]

$\tau$ = constante temperatura-tiempo [h]

##### c) Madurez adquirida durante el periodo e curado natural

$$M_n = \left( \frac{T_n}{T_{n'}} \right) * M_{n'}$$

Donde  $M_n$ : madurez obtenida durante el periodo de curado natural [°C \* h]



$T_n$  = duración del periodo de curado natural [h]

$M_{n'}$  = madurez obtenida durante el periodo de curado convencional  
(Punto 2, (g)) [°C \* h]

$T_n'$  = duración del periodo de curado curado convencional (Punto 2, (g))  
[h]

**d) Incremento de temperatura de calentamiento promedio**

$$\theta_{hav} = \frac{1}{T_h} \left( \theta_m * \left[ T_h + \tau * \left( \varepsilon \frac{T_h}{\tau} - 1 \right) \right] \right)$$

Donde:  $\theta_{hav}$  = elevación de temperatura del sistema en el periodo de calentamiento  
[°C]

$\theta_m$  = incremento de temperatura del producto por encima de la ambiental al  
final del periodo de curado natural [°C]

$T_h$  = duración del periodo de calentamiento [h]

$\tau$  = constante temperatura-tiempo [h]

**e) Temperatura de calentamiento promedio**

$$t_{hav} = \theta_{hav} + t_0$$

Donde  $M_h$  = madurez obtenida durante el periodo de calentamiento [°C \* h]

$T_h$  = duración del periodo de calentamiento [h]

$t_{hav}$  = temperatura promedio durante el periodo de calentamiento [°C]

$t_0$  = temperatura ambiente inicial [°C]

$\theta_{hav}$  = incremento promedio de temperatura que el cuerpo de hormigón  
puede alcanzar durante el periodo de calentamiento [°C]

**f) Madurez durante el calentamiento**

$$M_h = T_h * \left( \frac{t_{hav} + 16}{36} \right)^2$$

Donde  $M_h$  = madurez obtenida durante el periodo de calentamiento [°C \* h]

$T_h$ = duración del periodo de calentamiento [h]

$t_{hav}$ = temperatura promedio durante el periodo de calentamiento [°C]

**g) Temperatura de periodo isotérmico promedio**

$$t_i = \theta_i + t_0$$

Además,

$$\theta_i = \text{constante} = \theta_f$$

Donde  $t_i$ = temperatura promedio durante el periodo isotérmico [°C]

$t_0$ = temperatura ambiente inicial [°C]

$\theta_f$ = incremento de temperatura del producto por encima de la ambiental al final del periodo de calentamiento [°C]

$\theta_i$ = elevación de temperatura durante el periodo isotérmico [°C]

**h) Madurez durante el periodo isotérmico**

$$M_i = T_i * \left( \frac{t_i + 16}{36} \right)^2$$

Donde  $M_i$ = madurez obtenida durante el periodo isotérmico [°C \* h]

$T_i$ = duración del periodo isotérmico [h]

$t_i$ = temperatura promedio durante el periodo isotérmico [°C]

**i) Incremento de temperatura de enfriamiento promedio**

$$\theta_{cav} = \frac{1}{T_c} \left( \tau * \theta_f * \left( 1 - \varepsilon^{-\frac{T_c}{\tau}} \right) + \theta_{mhy} * \left[ T_c + \tau * \left( \varepsilon^{-\frac{T_c}{\tau}} - 1 \right) \right] \right)$$

Donde:  $\theta_{cav}$ = elevación de temperatura promedio del sistema en el periodo de enfriamiento [°C]

$\theta_f$ = incremento de temperatura del producto por encima de la ambiental al final del periodo isotérmico [°C]

$\theta_{mhy}$ = incremento promedio de la temperatura del producto por encima de la ambiental debido a la hidratación de la mezcla [°C]

$T_t$  = duración total del ciclo de curado [h]

$T_c$  = duración del periodo de enfriamiento [h]

$\tau$  = constante temperatura-tiempo [h]

**j) Temperatura de enfriamiento promedio**

$$t_{cav} = \theta_{cav} + t_0$$

Donde  $t_{cav}$  = temperatura promedio durante el periodo de enfriamiento [°C]

$t_0$  = temperatura ambiente inicial [°C]

$\theta_{cav}$  = incremento de temperatura promedio del producto durante el periodo de calentamiento [°C]

**k) Madurez durante el periodo de enfriamiento**

$$M_c = T_c * \left( \frac{t_{cav} + 16}{36} \right)^2$$

Donde  $M_c$  = madurez obtenida durante el periodo de enfriamiento [°C \* h]

$T_c$  = duración del periodo de enfriamiento [h]

$t_{cav}$  = temperatura promedio durante el periodo de enfriamiento [°C]

**l) Madurez total resultante**

$$M_t = M_n + M_h + M_i + M_c$$

Donde:  $M_t$  = ganancia de madurez total durante el ciclo de curado [°C \* h]

$M_n$  = ganancia de madurez durante el periodo de curado natural [°C \* h]

$M_h$  = ganancia de madurez durante el periodo de calentamiento [°C \* h]

$M_i$  = ganancia de madurez durante el periodo isotérmico [°C \* h]

$M_c$  = ganancia de madurez durante el periodo de enfriamiento [°C \* h]

**m) Verificar si la madurez obtenida con el curado eléctrico es mayor a la obtenida con el curado natural.**

$$M_t \geq M_n'$$

Donde:  $M_t$ = ganancia de madurez total durante el ciclo de curado [ $^{\circ}\text{C} * \text{h}$ ]

$M_h$ = ganancia de madurez durante el periodo de calentamiento [ $^{\circ}\text{C} * \text{h}$ ]

**n) Potencia total requerida**

$$P = \frac{\theta_f * A * \lambda}{1 - e^{-\frac{T_h}{\tau}}}$$

Donde:  $\theta$ = elevación de temperatura del sistema [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$\theta_m$ = incremento máximo de temperatura que un cuerpo puede alcanzar dentro de un cierto conjunto de condiciones [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$T$ = tiempo [h]

$\tau$ = constante temperatura-tiempo [h]

$P$ = Energía suministrada o desarrollada dentro del cuerpo [W]

$A\lambda$ = velocidad de pérdida de calor [ $\text{W}/^{\circ}\text{C}$ ]

**o) Potencia eléctrica requerida**

$$P_{el\acute{e}ctrica} = P_t - P_{hy}$$

Donde:  $P_{el\acute{e}ctrica}$ = potencia necesaria del sistema CED [kW]

$P_t$ = potencia suministrada o desarrollada dentro del cuerpo [kW]

$P_{hy}$ = potencia de hidratación [kW]

**p) Consumo esperado de energía por probeta**

$$E_t = P_{et} * T_h + (\theta_f * A * \lambda - P_{hy}) * A * T_i$$

Donde  $E_t$ = consumo esperado de energía por probeta [kWh]

$P_{et}$ = potencia necesaria del sistema CED [kW]

$\theta_f$ = elevación final de temperatura

$A\lambda$ = velocidad de pérdida de calor [W/° C]

$P_{hy}$ = energía de hidratación [kW]

$A$ = área [m<sup>2</sup>]

$T_t$ = duración del periodo isotérmico [h]

**q) Consumo esperado de energía por m<sup>3</sup> de hormigón**

$$E_s = \frac{E_t}{V}$$

Donde  $E_s$ = consumo esperado de energía por m<sup>3</sup> de hormigón [kWh/ m<sup>3</sup>]

$E_t$ = consumo esperado de energía por probeta [kWh]

$V$ = volumen por probeta [m<sup>3</sup>]

**r) Voltaje de trabajo necesario del sistema CED**

$$U = (p * r)^{1/2}$$

Donde  $p$ = Potencia unitaria [W/cm<sup>2</sup>]

$U$ = Voltaje [V]

$r$ = Resistividad unitaria [ $\Omega$ \*cm<sup>2</sup>]

Además,

$$p = \frac{P_e}{F}$$

$$r = \rho * d$$

Donde:  $p$ = potencia disipada en 1 cm<sup>2</sup> de sección transversal de hormigón, paralelo a los electrodos [W/cm<sup>2</sup>]

$r$ = resistividad de 1 cm<sup>2</sup> de sección transversal [ $\Omega$ \*cm<sup>2</sup>]

$\rho$ = resistividad específica, referida a 1 cm<sup>3</sup> de hormigón [ $\Omega$ \*cm]

## **5. Precauciones a considerar**

Se debe aislar el sistema de curado eléctrico para reducir la pérdida de calor ocasionada por la diferencia de temperatura entre el centro de la mezcla y el ambiente que la rodea que provoca este intercambio de energía. Además, este aislamiento con el exterior ayuda a prevenir la evaporación de agua de la mezcla de hormigón.

Se debe tener precaución durante el manejo del equipo para preservar la integridad de los operadores y es aconsejable contar con un botiquín de primeros auxilios (especializado en quemaduras) para estar preparado ante cualquier tipo de incidente.

## **A6. Costo de Implementación de un sistema CED básico**

**PRESUPUESTO GENERAL**

<b>N°</b>	<b>ÍTEM</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANT.</b>	<b>P.U.</b>	<b>P. PARCIAL</b>
1	Sistema de Curado Eléctrico Directo	GLB	1,00	10045,99	10045,99
2	Pedestal para sistema CED	GLB	1,00	868,77	868,77

**TOTAL: Bs. 10914,76**  
**TOTAL: \$us 1568,21**



**PROYECTO:** Aplicación del Curado Eléctrico de Hormigón en Época de Invierno

**ITEM N°:** 1

**ACTIVIDAD:** Sistema de Curado Eléctrico Directo

**CANTIDAD:** 1,00

**UNIDAD:** GLB

**MONEDA:** Peso Boliviano

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total (Bs.)
<b>1.-</b>	<b>MATERIALES</b>			
Calentador circular con resistencia eléctrica 200W 24V	pza	8,00	315,00	2520,00
Termostato bimetálico 80° C con arandela	pza	1,00	50,00	50,00
Contactador	pza	1,00	150,00	150,00
Transformador 220V - 24V	pza	1,00	1100,00	1100,00
Termómetro industrial con aguja de superficie	pza	1,00	130,00	130,00
Cable dúplex AWG N° 12	m	8,00	9,00	72,00
Cable dúplex AWG N° 16	m	8,00	4,23	33,84
Porbeta cilíndrica de acero $\Phi$ 15cm	pza	4,00	950,00	3800,00
<b>TOTAL MATERIALES</b>				7855,84
<b>2.-</b>	<b>MANO DE OBRA</b>			
Electricista	Hrs	3	22,25	66,75
Ayudante	Hrs	3	15	45,00
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>				111,75
	CARGAS SOCIALES= (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71%)		55%	61,46
	IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA= (% DE SUMA SUBTOTAL MANO DE OBRA) (14.94%)		13,00%	22,52
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				195,73
<b>3.-</b>	<b>EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>			
	HERRAMIENTAS= (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)		6,00%	11,74
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>				11,74
<b>4.-</b>	<b>GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>			
GASTOS GENERALES= % DE 1+2+3		12,00%		967,60
<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>				
<b>5.-</b>	<b>UTILIDAD</b>			
UTILIDAD= % DE 1+2+3+4		8,00%		722,47
<b>TOTAL UTILIDAD</b>				722,47
<b>6.-</b>	<b>IMPUESTOS</b>			
IMPUESTOS IT= % DE 1+2+3+4+5		3,00%		292,60
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>				292,60
<b>TOTAL PRECIO</b>				<b>10045,99</b>

**PROYECTO:** Aplicación del Curado Eléctrico de Hormigón en Época de Invierno

**ITEM N°:** 2

**ACTIVIDAD:** Pedestal para sistema CED

**CANTIDAD:** 1,00

**UNIDAD:** GLB

**MONEDA:** Peso Boliviano

Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total (Bs.)
<b>1.-</b>	<b>MATERIALES</b>				
	Tubo rectangular 20x30	m	24,00	14,60	350,40
	Electrodos	kg	2,00	18,00	36,00
	Pintura anticorrosiva	gl	0,40	162,00	64,80
	Pernos de 1/2"	pza	16,00	2,00	32,00
<b>TOTAL MATERIALES</b>					483,20
<b>2.-</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				
	Especialista	Hrs	3	21	63,00
	Ayudante	Hrs	3	15	45,00
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>					108,00
	CARGAS SOCIALES= (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71%)		55%		59,40
	IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA= (% DE SUMA SUBTOTAL MANO DE OBRA ) (14.94%)		13,00%		21,76
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					189,16
<b>3.-</b>	<b>EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>				
	Equipo de soldadura	Hrs	0,8	17,00	13,60
	HERRAMIENTAS= (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)		6,00%		11,35
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>					24,95
<b>4.-</b>	<b>GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>				
GASTOS GENERALES= % DE 1+2+3			12,00%		83,68
<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>					
<b>5.-</b>	<b>UTILIDAD</b>				
UTILIDAD= % DE 1+2+3+4			8,00%		62,48
<b>TOTAL UTILIDAD</b>					62,48
<b>6.-</b>	<b>IMPUESTOS</b>				
IMPUESTOS IT= % DE 1+2+3+4+5			3,00%		25,30
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>					25,30
<b>TOTAL PRECIO</b>					<b>868,77</b>