

ANEXOS

A.1 Fichas Técnicas

A.1.1 Ficha Técnica: Cemento el Puente

Sociedad Boliviana de Cemento S.A.

INFORME DE CONTROL DE LA CALIDAD DE CEMENTO
 ORJ-CCL-CC.085

Fecha de emisión del formato: 23/06/2020

Numero de revision del formato: 04

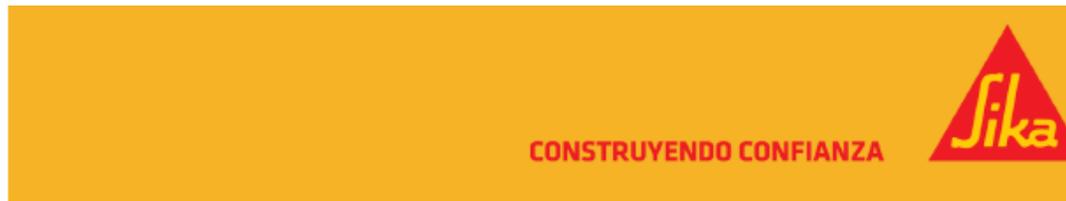
CODIGO FECHA TIPO	AGOSTO 2021 IP-30	Cemento El Puente	Norma Boliviana (NB 011)	RM MDPyEP Nº 261.2018 REGLAMENTO TÉCNICO
ESPECIFICACIONES QUÍMICAS	PPF	%	3,89	< 7
	SiO ₂	%	28,98	
	Al ₂ O ₃	%	6,61	
	Fe ₂ O ₃	%	3,28	
	CaO	%	53,40	
	MgO	%	3,21	< 6.0
	SO ₃	%	1,70	< 4.0
	R.I.	%	15,94	< 35
	Cal Libre	%	0,96	

ESPECIFICACIONES FÍSICAS	BLAINE	cm ² /g.	4710	> 2600	> 2600
	TIEMPO DE FRAGUADO	INICIAL	Min. 151	> 45	> 45
		FINAL	Min. 231	< 420	< 420
	EXPANSION LE CHATELIER	mm.	0,16	< 8	< 8
	RELACION a/c	ml/g.	0,53		
	FLUIDEZ	%	109,0		
	RESIDUO EN MALLAS	200 M	%Ret. 0,54		
		325 M	%Ret. 5,1		
	PESO ESPECIFICO	g./l.	3030		
	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	3 DIAS	MPa 23,2	> 10	> 10
7 DIAS		Mpa 28,9	> 17	> 17	
28 DIAS		Mpa 34,1	> 30	> 30	

	Elaborado por:	Aprobado por:
Nombre	Jesús Garnica	Max Silbermann
Cargo	Jefe de control de calidad	Gerente de planta
Fecha	1/10/2021	1/10/2021
Firma		

Cemento El Puente Comercialización: Av. Herman Siles Sucre, Barrio German Busch
 (591-4) 6643680 / 6645044 • Fax (591-4) 6634233 • Castilla 188
 Planta Industrial El Puente: Carretera al Norte km. 110 • Tel. (591-4) 6133695 / 6133696 • Fax (591-4) 6133697
 Planta Ready Mix: Av. Frotlan Tejada entre calles Pasagua y Padilla Tel: 6568545
 La - Bolivia

A.1.2 Ficha Técnica: Aditivo incorporador de aire



HOJA TECNICA

Sika® Aer

Aditivo incorporador de aire para hormigón

GENERAL

Sika® Aer es un aditivo líquido incorporador de aire formulado a base de resinas naturales. No es tóxico, ni inflamable y no contiene cloruros.

Su gran eficacia se basa en la incorporación de aire, que se distribuye uniformemente en forma de micro-burbujas (10 a 200 μ de diámetro); estas micro-burbujas desempeñan el papel de vasos de expansión y limitan la presión hidrostática (el hormigón se disgrega bajo el efecto de tensiones provocadas por la presión hidráulica debidas al congelamiento del agua). La cantidad de micro-burbuja incorporado oscila entre 100.000 a 400.000 por cm^3 .

USOS

- Estructuras hidráulicas en general (diques, canales, represas, ductos, etc.)
- Estructuras de fundación.
- Hormigón en pavimentos, carreteras, aeropuertos, etc.
- Hormigón sometido a amplitudes térmicas elevadas.
- Hormigón sometido a temperatura de congelamiento y deshielo.
- Hormigones sometidos a agresiones químicas de aguas, agua de mar y suelos.
- En casos que se desee mejorar la trabajabilidad de las mezclas, especialmente cuando se utilizan agregados defectuosos (arenas de trituración, granulometrías discontinuas, etc.) y bajo contenido de cemento.

VENTAJAS

En hormigón fresco:

- Posibilidad de regular la incorporación de aire, variando la dosificación.
- Permite el aumento en la trabajabilidad y/o una disminución en el agua de amasado.
- Aumento en la homogeneidad del hormigón (disminuye el peligro de segregación durante el transporte y la colocación).
- Reduce la exudación del hormigón.
- Mejora la mezcla fresca en casos de curvas de áridos deficientes, dado que las micro-burbujas de aire actúan como áridos finos de reducida fricción.
- Permite reducir el tiempo de vibración y colocación.
- Mejora el aspecto superficial del hormigón.
- Tiempo de fraguado normal, independientemente de la dosificación.

En el hormigón endurecido:

- Incremento de la impermeabilidad al agua.
- Incremento de las resistencias a ciclos de hielo y deshielo.
- Aumento de las resistencias a la acción de aguas y suelos agresivos.

DATOS BÁSICOS

APARIENCIA Y COLOR	■ Líquido oscuro.
ALMACENAMIENTO	Mantener en sitio fresco y bajo techo, conservando el producto en el envase original bien cerrado.
TIEMPO DE VIDA ÚTIL	Como se indica en el envase.
PRESENTACIÓN	■ Tineta 20 kg ■ Tambor 203 kg

DATOS TÉCNICOS

DENSIDAD	1.02 kg/L
NORMAS Y ENSAYOS	■ Norma IRAM 1663 – Argentina. Cumple con la Norma ASTM C 494, NB1000 – NB1001 – NB 1225001.

APLICACIÓN

CONSUMO	La cantidad de Sika® Aer a utilizar varía entre 0,02% y el 0,10% del peso del cemento (20 a 100 g por cada 100 kg de cemento), siendo las dosis más corrientes en obra las de 0,03% a 0,06%.
----------------	--

MÉTODO DE APLICACIÓN	Sika® Aer se entrega listo para usar y se agrega simultáneamente con el agua de amasado al principio de la mezcla. La dosificación exacta debe ser determinada en base a las características de las mezclas que se utilizará en la obra.
-----------------------------	--

El consumo de Sika® Aer depende fundamentalmente de:

- La cantidad de aire que se desea incorporar.
- Los agregados finos (granulometría y forma de los mismos; la arena gruesa facilita la incorporación de aire).
- La relación Agua/Cemento a mayor cantidad de agua, mayor incorporación de aire).
- La cantidad de cemento utilizada por m³ de hormigón (a menor cantidad de cemento es mayor la incorporación de aire).
- La naturaleza y finura del cemento (a mayor finura, menor incorporación de aire).
- La temperatura del hormigón (a menor temperatura, mayor es la incorporación de aire).

Estos factores pueden presentarse simultáneamente en la práctica, con lo que se presentaría una considerable variación en la dosificación.

Para dosificaciones de cemento mayores a 250 kg/m³ de hormigón, hay que tener en cuenta una caída de la resistencia a compresión de alrededor del 3% por cada 1% de aire incorporado, o sea que representa un 10% de caída para una incorporación de aire del 4%.

Es indispensable controlar estos valores, determinándolos con el aparato Washington u otro método normalizado, ajustado a la dosificación de Sika® Aer durante el curso de los trabajos.



NOTAS SOBRE APLICACIÓN

- El almacenamiento prolongado de Sika® 3 puede producir un cambio de color de éste, lo que no implica una disminución de su efecto.
- En caso de congelamiento del producto, descongelar lentamente y agitarlo cuidadosamente, sin exponerlo nunca a la llama directa ni a temperatura superior a 50 °C.

LIMPIEZA DE HERRAMIENTAS Una vez utilizados los equipos, se los lava con agua limpia hasta que ésta salga clara del atomizador.

NOTAS Todos los datos técnicos indicados en esta Hoja de Datos de Producto están basados en ensayos de laboratorio. Las medidas reales de estos datos pueden variar debido a circunstancias que escapan de nuestro control.

RESTRICCIONES LOCALES Ha de tenerse en cuenta que como resultado de las legislaciones locales específicas, la ejecución del presente producto puede variar de país a país.

Consulte la Ficha Técnica y Hoja de Seguridad local más reciente previo a cualquier uso. Disponibles en la compañía Sika Local y/o en su respectiva página web.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

PRECAUCIONES DE MANIPULACIÓN Durante la manipulación de cualquier tipo de producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias.

Se recomienda protegerse utilizando guantes de goma y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y acudir a un especialista.

A la vez se recomienda lavarse las manos antes de ingerir alimentos.

ECOLOGÍA No disponer el producto en el suelo o cursos de agua sino conforme a las regulaciones locales y previa neutralización. Para mayor información solicite la hoja de seguridad del producto.



NOTA LEGAL

La información, y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y uso final de los productos Sika® son proporcionadas de buena fe en base al conocimiento y experiencia de los productos siempre y cuando estén adecuadamente almacenados y manipulados, así como también aplicados en condiciones normales de acuerdo a las recomendaciones de Sika®.

En la práctica, las diferencias en materiales, sustratos y condiciones donde se aplicarán los productos Sika®, no permiten que emitamos garantías respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto para propósitos particulares, así como ninguna responsabilidad legal o contractual puede derivar de esta información o de alguna recomendación escrita o asesoramiento técnico proporcionado. El usuario del producto debe probar la conveniencia del producto para la aplicación que desea realizar.

Sika® se reserva el derecho de cambiar las propiedades de sus productos, los derechos de propiedad de terceros deben ser respetados.

Todos los pedidos aceptados por SIKA BOLIVIA S.A. están sujetos a nuestros actuales términos de venta y entrega de productos. Los usuarios deben siempre referirse a la última versión de las Fichas Técnicas del producto, cuya copia puede ser entregada por nuestro Departamento de Ventas a solicitud del usuario o a través de nuestra página web: <http://bol.sika.com>

Santa Cruz: Carretera Cotocha km 11;
Telf./Fax: (591-3) 3464504 - 3648700
El Alto: Av. 6 de Marzo N° 3, Zona Rosas Pampa;
Telf.: 591-2) 2854305
Cochabamba : Av. Villazón N° 4123,
Carretera a Sacaba km 3.5;
Telf./Fax: (591-4) 4716049

© 2019 SIIKA BOLIVIA

HOJA TECNICA
Sika® Aer
09-01-19, VER SIGN 4
Document ID:11403021000000000

SIKA BOLIVIA S.A.
Línea Gratuita: 800-12-9090 <http://bol.sika.com>





UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

DPTO. DE ESTRUCTURAS Y CS. DE LOS M.S

LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES

“Con Ética y Responsabilidad Social”

A.2 Informe de Ensayos de Caracterización de los Agregados

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO (ASTM 127)

Proyecto: Proceso de Curado y su Influencia en la Resistencia del Hormigón Expuesto a Ciclos de Congelamiento y Deshielo	Identif. Muestra: Agregado Grueso
Procedencia: -Seleccionadora "SAN BLAS"	Laboratorista: Univ. Mario B. Ontiveros
Solicitante: Univ. Mario Bernabe Ontiveros	Fecha: 07/04/2022

MUESTRA Nº	PESO MUESTRA SECADA "A" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA CON SUP. SECA "B" (gr)	PESO MUESTRA SAT. DENTRO DEL AGUA "C" (gr)	PESO ESPECÍFICO A GRANEL (gr/cm3)	PESO ESPECÍFICO S.S.S. (gr/cm3)	PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cm3)	% DE ABS.
1	4947,10	5000,00	3106,00	2,612	2,640	2,687	1,069
2	4946,60	5000,00	3108,00	2,614	2,643	2,690	1,080
3	4951,40	5000,00	3103,00	2,610	2,636	2,679	0,982
PROMEDIO				2,61	2,64	2,69	1,04

(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.

Univ. Mario Bernabe Ontiveros
LABORATORISTA

Ing. Moisés Días Ayarde
**DOC. RESP. LABORATORIO DE HORMIGONES
Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES UAJMS**



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

DPTO. DE ESTRUCTURAS Y CS. DE LOS M.S

LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES

“Con Ética y Responsabilidad Social”

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO FINO (ASTM 128)

Proyecto: Proceso de Curado y su Influencia en la Resistencia del Hormigón Expuesto a Ciclos de Congelamiento y Deshielo Procedencia: -Seleccionadora "SAN BLAS" Solicitante: Univ. Mario Bernabe Ontiveros	Identif. Muestra: Agregado Fino Laboratorista: Univ. Mario B. Ontiveros Fecha: 07/04/2022
--	--

MU N°	PESO MUESTRA (gr)	PESO MATRÁZ (gr)	MUESTRA MATRAZ AGUA (gr)	PESO AGUA AGREGADO AL MATRÁZ "W" (ml) ó (gr)	PESO MUESTRA SECADA "A" (gr)	VOL. DEL MATRÁZ "V" (ml)	P. E. GRANEL (gr/cm ³)	P. E. S.S.S. (gr/cm ³)	P. E. APARENTE (gr/cm ³)	% DE ABS
1	500	236,8	1027,2	290,40	493,1	500,00	2,35	2,39	2,43	1,38
2	500	234,3	1026,2	291,90	493,60	500,00	2,37	2,40	2,45	1,28
3	500	233,4	1025,2	291,80	494,20	500,00	2,37	2,40	2,44	1,16
PROMEDIO							2,37	2,40	2,44	1,29

Univ. Mario Bernabe Ontiveros
LABORATORISTA

Ing. Moisés Días Ayarde
DOC. RESP. LABORATORIO DE HORMIGONES
Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES UAJMS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

DPTO. DE ESTRUCTURAS Y CS. DE LOS M.S

LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES

"Con Ética y Responsabilidad Social"

PESO UNITARIO - AGREGADO GRUESO (ASTM E 30)

Proyecto: Proceso de Curado y su Influencia en la Resistencia del Hormigón Expuesto a Ciclos de Congelamiento y Deshielo	Identif. Muestra: Agregado Grueso
Procedencia: -Seleccionadora "SAN BLAS"	Laboratorista: Univ. Mario B. Ontiveros
Solicitante: Univ. Mario Bernabe Ontiveros	Fecha: 07/04/2022

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	5840,00	10071,00	21355,00	15515,00	1,54
2	5840,00	10071,00	21300,00	15460,00	1,54
3	5840,00	10071,00	21210,00	15370,00	1,53
PROMEDIO					1,53

PESO UNITARIO COMPACTADO

MUESTRA N°	PESO RECIPIENTE (gr)	VOLUMEN RECIPIENTE (cm3)	PESO RECIP. + MUESTRA COMPACTADA (gr)	PESO MUESTRA SUELTA (gr)	PESO UNITARIO SUELTO (gr/cm3)
1	5840,00	10071,00	22015,00	16175,00	1,61
2	5840,00	10071,00	22055,00	16215,00	1,61
3	5840,00	10071,00	22155,00	16315,00	1,62
PROMEDIO					1,61

Univ. Mario Bernabe Ontiveros
LABORATORISTA

Ing. Moisés Días Ayarde
DOC. RESP. LABORATORIO DE HORMIGONES



Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES UAJMS

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

DPTO. DE ESTRUCTURAS Y CS. DE LOS M.S

LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES

“Con Ética y Responsabilidad Social”

PESO UNITARIO - AGREGADO FINO

Proyecto: Proceso de Curado y su Influencia en la Resistencia del Hormigón Expuesto a Ciclos de Congelamiento y Deshielo	Identif. Muestra: Agregado Fino
Procedencia: -Seleccionadora "SAN BLAS"	Laboratorista: Univ. Mario B. Ontiveros
Solicitante: Univ. Mario Bernabe Ontiveros	Fecha: 07/04/2022

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	2605,00	3015,00	7280,00	4675,00	1,551
2	2605,00	3015,00	7280,00	4675,00	1,551
3	2605,00	3015,00	7320,00	4715,00	1,564
PROMEDIO					1,56

PESO UNITARIO COMPACTADO

MUESTRA N°	PESO RECIPIENTE (gr)	VOLUMEN RECIPIENTE (cm3)	PESO RECIP. + MUESTRA COMPACTADA (gr)	PESO MUESTRA SUELTA (gr)	PESO UNITARIO SUELTO (gr/cm3)
1	2605,00	3015,00	7765,00	5160,00	1,711
2	2605,00	3015,00	7795,00	5190,00	1,721
3	2605,00	3015,00	7795,00	5190,00	1,721
PROMEDIO					1,72

Univ. Mario Bernabe Ontiveros
LABORATORISTA

Ing. Moisés Días Ayarde
DOC. RESP. LABORATORIO DE HORMIGONES
Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES UAJMS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

DPTO. DE ESTRUCTURAS Y CS. DE LOS M.S

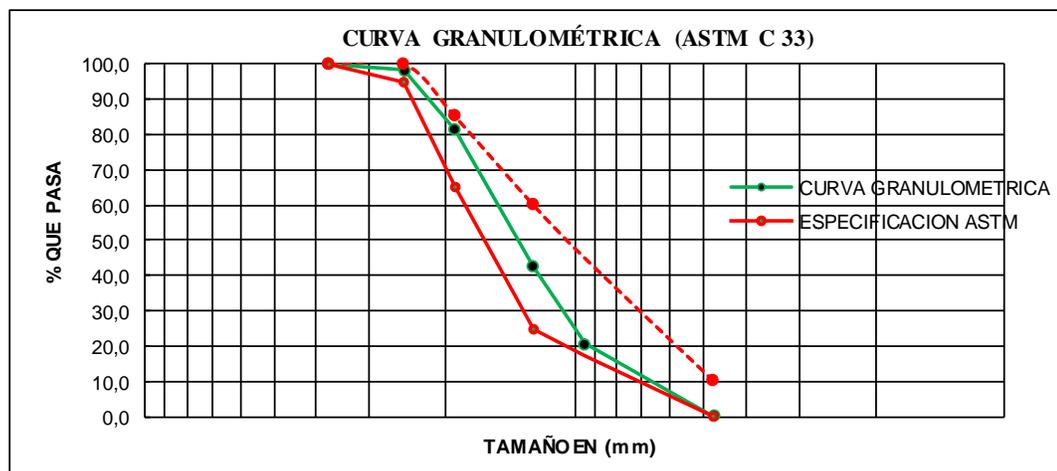
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES

“Con Ética y Responsabilidad Social”

GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO (ASTM C 136)

Proyecto: Proceso de Curado y su Influencia en la Resistencia del Hormigon Expuesto a Ciclos de Congelamiento y Deshielo	Identif. Muestra: Agregado Grueso
Procedencia: -Seleccionadora "SAN BLAS"	Laboratorista: Univ. Mario B. Ontiveros
Solicitante: Univ. Mario Bernabe Ontiveros	Fecha: 07/04/2022

Peso Total (gr.) =		13130					
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret.	Retenido Acumulado		% Que pasa del total	% Que pasa Especif. ASTM	
			(gr)	(%)			
2 1/2"	63	0,00	0,00	0,00	100,0	100	100
2	50	0,00	0,00	0,00	100,0	100	100
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,0	100	100
1	25,00	243,20	243,20	1,85	98,1	95	100
3/4	19,00	2200,00	2443,20	18,61	81,4		
1/2	12,50	5090,30	7533,50	57,38	42,6	25	60
3/8	9,50	2878,30	10411,80	79,30	20,7		
Nº4	4,75	2700,00	13111,80	99,86	0,1	0	10
BASE	0	18,00	13129,80	100,00	0,0		
SUMA =		13129,80					
PÉRDIDAS =		0,20					
MF =		6,98	TAMAÑO MAX : 1 1/2"				



Univ. Mario Bernabe Ontiveros
LABORATORISTA

Ing. Moisés Días Ayarde
DOC. RESP. LABORATORIO DE HORMIGONES
Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES UAJMS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

DPTO. DE ESTRUCTURAS Y CS. DE LOS M.S

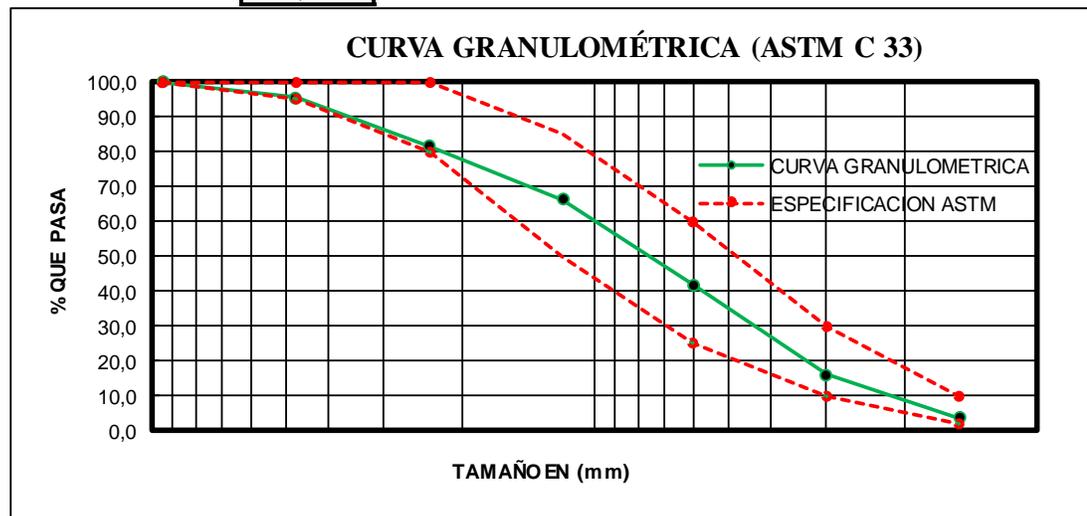
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES

“Con Ética y Responsabilidad Social”

GRANULOMETRÍA - AGREGADO FINO (ASTM C 136)

Proyecto: Proceso de Curado y su Influencia en la Resistencia del Hormigon Expuesto a Ciclos de Congelamiento y Deshielo Procedencia: -Seleccionadora "SAN BLAS" Solicitante: Univ. Mario Bernabe Ontiveros	Identif. Muestra: Agregado Fino Laboratorista: Univ. Mario B. Ontiveros Fecha: 07/04/2022
--	--

Peso Total (gr.)		2000		% Ret	% que pasa del total	Especificacion ASTM C-33	
Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret.	Ret. Acum				
3/8	9,50	0,00	0,00	0,00	100,0	100	100
Nº4	4,75	90,45	90,45	4,52	95,5	95	100
Nº8	2,36	278,15	368,60	18,43	81,6	80	100
Nº16	1,18	305,88	674,48	33,72	66,3	50	85
Nº30	0,60	490,20	1164,68	58,23	41,8	25	60
Nº50	0,30	516,50	1681,18	84,06	15,9	10	30
Nº100	0,15	244,20	1925,38	96,27	3,7	2	10
BASE		74,62	2000,00	100,00	0,0		
SUMA		2000,0					
PÉRDIDAS		0,0					
MF =		2,95					



Univ. Mario Bernabe Ontiveros
LABORATORISTA

Ing. Moisés Días Ayarde
DOC. RESP. LABORATORIO DE HORMIGONES
Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES UAJMS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

DPTO. DE ESTRUCTURAS Y CS. DE LOS M.S

LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES

“Con Ética y Responsabilidad Social”

DOSIFICACION DE HORMIGONES

METODO ACI - 211

Proyecto: Proceso de Curado y su Influencia en la Resistencia del Hormigón Expuesto a Ciclos de Congelamiento y Deshielo	Tipo de H°: H-21
Procedencia: -Seccionadora "SAN BLAS"	Laboratorista: Univ. Mario B. Ontiveros
Solicitante: Univ. Mario Bernabe Ontiveros	Fecha: 07/04/2022

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ENSAYO	Unidad	Valor
1.- Modulo de finura de la arena (MF)	s/u	2,95
2.- Peso unitario Compactado de la grava (PUC)	kg/m ³	1612,05
3.- Peso específico de la arena (γ_f)	kg/m ³	2400,00
4.- Peso específico de la grava (γ_g)	kg/m ³	2640,00
5.- Absorción de la arena (Aa)	%	1,29
6.- Absorción de la Grava (Ag)	%	1,04
7.- Humedad de la Arena (Ha)	%	0,00
8.- Humedad de la Grava (Hg)	%	0,00
9.- Tamaño máximo Nominal (TMN)	pulg	1 "
10.- Tamaño Máximo (TM)	pulg	1 1/2"
11.- Peso específico del cemento	kg/m ³	3030

CARACTERISTICAS DEL DISEÑO (columna)

Resistencia de diseño (f_c)	21	Mpa
Resistencia Caracteristica requerida (f'_{cr}) (Tabla A 5.1)	29,3	Mpa
Asentamiento (S) (Tabla A 5.3)	6,5	cm
Relacion Agua / Cemento (a/c) (Tabla A 5.6)	0,56	s/u

DATOS DE TABLAS

Vol. Agr. Grueso / Vol. unitario concreto (b/bo) (Tabla A 5.7)	0,655	s/u
Requerimiento de Agua (A) (Tabla A 5.4)	193	kg/m ³
Aire Atrapado (Tabla A 5.5)	1,5	%



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

DPTO. DE ESTRUCTURAS Y CS. DE LOS M.S

LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES

“Con Ética y Responsabilidad Social”

CALCULOS DE PESOS Y VOLUMEN DE LOS AGREGADOS POR m³ DE HORMIGON

Peso Agregado Grueso (Pag)	= (b/bo)xPUC 1055,90 kg
Peso cemento (Pc)	= A / (a/c) 344,64 kg
Volumen de Agregado Grueso (Vag)	= Pag/γg 0,400 m ³
Volumen del cemento (Vc)	= Pc/γc 0,1137 m ³
Volumen de Arena (Vaf)	= 1 - Vc - A - Vag - Aire 0,278 m ³
Peso del agregado fino (Paf)	= Vaf x γf 667,91 kg

PESOS Y VOLUMEN SECOS DE LOS AGREGADOS POR (m³) DE HORN

Agregados	Peso Seco kg/m ³	Volumen Absoluto m ³	Peso especifico kg/m ³
Cemento	344,64	0,11	3030
Agua	193	0,193	1000
Grava	1055,90	0,40	2640
Arena	667,91	0,28	2400
Aire Atrapa.		0,02	
TOTAL	2261,45	1,00	

PESOS HUMEDOS DE LOS AGREGADOS POR m³ DE HORMIGON

Peso Húmedo de la arena (Pha)	= Paf x (1 + Ha) 667,91 kg
Peso Húmedo de la Grava (Phg)	= Pag x (1 + Hg) 1055,90 kg

CORRECCION DEL AGUA

Agua corregida a la grava (Acg)	= Pag x (Ag - Hg) 11,02 lt/m ³
Agua corregida a la Arena (Acf)	= Paf x (Aa - Ha) 8,62 lt/m ³
Total Agua Corregida (Atc)	= Acg + Acf 19,63 lt/m ³



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

DPTO. DE ESTRUCTURAS Y CS. DE LOS M.S

LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES

“Con Ética y Responsabilidad Social”

Resultado de la dosificación

PESOS HUMEDOS DE LOS MATERIALES POR (m³) DE HORMIGON

Materiales	Peso Seco kg/m ³	Peso Corregidos kg/m ³
Cemento	344,64	344,64
Agua	193,00	212,63
Grava	1055,90	1055,90
Arena	667,91	667,91
TOTAL	2261,45	2281,08

PROPORCIONES DE MEZCLA

Cemento	Arena	Grava
1,0	1,94	3,06

PESO PARA 3 PROBETAS DE HORMIGON

Materiales	Kg	20% perdida (kg)
Cemento	5,48	6,58
Agua	3,38	4,06
Grava	16,79	20,15
Arena	10,62	12,75

Univ. Mario Bernabe Ontiveros
LABORATORISTA

Ing. Moisés Días Ayarde
DOC. RESP. LABORATORIO DE HORMIGONES
Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES UAJMS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

DPTO. DE ESTRUCTURAS Y CS. DE LOS M.S

LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES

“Con Ética y Responsabilidad Social”

DOSIFICACION DE HORMIGONES

METODO ACI - 211 (hormigón con aire incorporado)

Proyecto: Proceso de Curado y su Influencia en la Resistencia del Hormigón Expuesto a Ciclos de Congelamiento y Deshielo	Tipo de H°: H-21
Procedencia: -Seleccionadora "SAN BLAS"	Laboratorista: Univ. Mario B. Ontiveros
Solicitante: Univ. Mario Bernabe Ontiveros	Fecha: octubre 2023

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ENSAYO	Unidad	Valor
1.- Modulo de finura de la arena (MF)	s/u	2,95
2.- Peso unitario Compactado de la grava (PUC)	kg/m ³	1612,05
3.- Peso específico de la arena (γ_f)	kg/m ³	2400,00
4.- Peso específico de la grava (γ_g)	kg/m ³	2640,00
5.- Absorción de la arena (Aa)	%	1,29
6.- Absorción de la Grava (Ag)	%	1,04
7.- Humedad de la Arena (Ha)	%	0,00
8.- Humedad de la Grava (Hg)	%	0,00
9.- Tamaño máximo Nominal (TMN)	pulg	1 "
10.- Tamaño Máximo (TM)	pulg	1 1/2"
11.- Peso específico del cemento	kg/m ³	3030

CARACTERISTICAS DEL DISEÑO (columna)

Resistencia de diseño (f_c')	21	MPa
Resistencia Característica (f_{ck}) (Tabla A 5.1)	29,3	Mpa
Asentamiento (S) (Tabla A 5.3)	6,5	cm
Relacion Agua / Cemento (a/c) (Tabla A 5.6)	0,47	s/u

DATOS DE TABLAS

Vol. Agr. Grueso / Vol. unitario concreto (b/bo) (Tabla A 5.7)	0,655	s/u
Requerimiento de Agua (A) (Tabla A 5.4)	175	kg/m ³
Aire incorporado (Tabla A 5.4)	4,5	%



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

DPTO. DE ESTRUCTURAS Y CS. DE LOS M.S

LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES

“Con Ética y Responsabilidad Social”

CALCULOS DE PESOS Y VOLUMEN DE LOS AGREGADOS POR m³ DE HORMIGON

Peso Agregado Grueso (Pag)	= (b/bo)xPUC	1055,90 kg
Peso cemento (Pc)	= A / (a/c)	372,34 kg
Volumen de Agregado Grueso (Vag)	= Pag/γg	0,400 m ³
Volumen del cemento (Vc)	= Pc/γc	0,1229 m ³
Volumen de Arena (Vaf)	= 1 - Vc - A - Vag - Aire	0,2572 m ³
Peso del agregado fino (Paf)	= Vaf x γf	617,17 kg

PESOS Y VOLUMEN SECOS DE LOS AGREGADOS POR (m³) DE HORMIGON

Agregados	Peso Seco kg/m ³	Volumen Absoluto m ³	Peso especifico kg/m ³
Cemento	372,34	0,12	3030
Agua	175	0,175	1000
Grava	1055,90	0,40	2640
Arena	617,17	0,26	2400
Aire incorporado.		0,045	
TOTAL	2220,41	1,00	

PESOS HUMEDOS DE LOS AGREGADOS POR m³ DE HORMIGON

Peso Húmedo de la arena (Pha)	= Paf x (1 + Ha)	617,17 kg
Peso Húmedo de la Grava (Phg)	= Pag x (1 + Hg)	1055,90 kg

CORRECCION DEL AGUA

Agua corregida a la grava (Acg)	= Pag x (Ag - Hg)	11,02 lt/m ³
Agua corregida a la Arena (Acf)	= Paf x (Aa - Ha)	7,96 lt/m ³
Total Agua Corregida (Atc)	= Acg + Acf	18,98 lt/m ³



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

DPTO. DE ESTRUCTURAS Y CS. DE LOS M.S

LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES

“Con Ética y Responsabilidad Social”

Resultado de la dosificación (con aire incorporado)

PESOS HUMEDOS DE LOS AGREGADOS POR (m³) DE HORMIGON

Agregado	Peso Seco kg/m ³	Peso Corregidos kg/m ³
Cemento	372,34	372,34
Agua	175,00	193,98
Grava	1055,90	1055,90
Arena	617,17	617,17
TOTAL	2220,41	2239,39

PROPORCIONES DE MEZCLA

Cemento	Arena	Grava
1,0	1,66	2,84

PESO PARA 3 PROBETAS DE HORMIGON

Materiales	Kg	20% perdida (kg)
Cemento	5,92	7,11
Agua	3,09	3,70
Grava	16,79	20,15
Arena	9,82	11,78
Aire incorporado 0,06% del peso del cemento	0,00355	0,00426

Univ. Mario Bernabe Ontiveros
LABORATORISTA

Ing. Moisés Días Ayarde
DOC. RESP. LABORATORIO DE HORMIGONES
Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES UAJMS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

DPTO. DE ESTRUCTURAS Y CS. DE LOS M.S

LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES

“Con Ética y Responsabilidad Social”

A.4 Resultados de la resistencia a la compresión del hormigón

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION C.G (hormigón patrón)

Proyecto: Proceso de Curado y su Influencia en la Resistencia del Hormigón Expuesto a Ciclos de Congelamiento y Deshielo	Laboratorista: Mario Bernabe Ontiveros
Procedencia: Tarija - Bolivia	Identificación: H-21
Solicitante: Univ. Mario Bernabe Ontiveros	Fecha: 07/12/2021

Probeta	Fecha de dosificación	Fecha de ensayo	Edad (días)	Peso (Kg)	Altura h (mm)	Diámetro D (mm)	Área A (mm ²)	Carga F (N)	Lectura (Mpa)	Resistencia de Ensayo (MPa)
GC1	23/11/2021	30/11/2021	7	13,150	304	152	18145,84	304700	16,79	16,79
GC2	23/11/2021	30/11/2021	7	13,070	304	152	18145,84	300400	16,55	16,55
GC3	23/11/2021	30/11/2021	7	13,110	304	152	18145,84	313200	17,26	17,26
GC4	23/11/2021	30/11/2021	7	13,035	304	152	18145,84	341200	18,81	18,80
GC5	23/11/2021	30/11/2021	7	13,090	304	152	18145,84	314500	17,33	17,33
GC6	23/11/2021	07/12/2021	14	13,115	304	152	18145,84	386200	21,28	21,28
GC7	23/11/2021	07/12/2021	14	13,045	304	152	18145,84	378400	20,85	20,85
GC8	23/11/2021	07/12/2021	14	13,075	304	152	18145,84	372200	20,51	20,51
GC9	23/11/2021	07/12/2021	14	13,080	304	152	18145,84	381500	21,02	21,02
GC10	23/11/2021	07/12/2021	14	13,085	304	152	18145,84	384300	21,17	21,18
GC11	28/10/2021	25/11/2021	28	13,150	304	152	18145,84	445400	24,54	24,55
GC12	28/10/2021	25/11/2021	28	13,185	304	152	18145,84	450800	24,84	24,84
GC13	28/10/2021	25/11/2021	28	13,140	304	152	18145,84	442300	24,38	24,37
GC14	28/10/2021	25/11/2021	28	13,175	304	152	18145,84	453000	24,97	24,96
GC15	28/10/2021	25/11/2021	28	13,210	304	152	18145,84	454300	25,03	25,04

Univ. Mario Bernabe Ontiveros
LABORATORISTA

Ing. Moisés Días Ayarde
**DOC. RESP. LABORATORIO DE HORMIGONES
Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES UAJMS**



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

DPTO. DE ESTRUCTURAS Y CS. DE LOS M.S

LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES

“Con Ética y Responsabilidad Social”

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (G.Exp1)

Proyecto: Proceso de Curado y su Influencia en la Resistencia del Hormigón Expuesto a Ciclos de Congelamiento y Deshielo	Laboratorista: Mario Bernabe Ontiveros
Procedencia: Tarija - Bolivia	Identificación: H-21
Solicitante: Mario Bernabe Ontiveros	Fecha: 24/05/2022

Probeta	Fecha de dosificación	Fecha de ensayo	Edad (días)	Peso (Kg)	Altura h (mm)	Diámetro D (mm)	Área A (mm ²)	Carga F (N)	Lectura (Mpa)	Resistencia de Ensayo (MPa)
GC1	30/03/2022	06/04/2022	7	13,025	304	152	18145,84	265300	14,62	14,62
GC2	30/03/2022	06/04/2022	7	13,020	304	152	18145,84	249200	13,73	13,73
GC3	30/03/2022	06/04/2022	7	13,022	304	152	18145,84	256400	14,13	14,13
GC4	10/05/2022	24/05/2022	14	13,115	304	152	18145,84	303300	16,71	16,71
GC5	10/05/2022	24/05/2022	14	13,090	304	152	18145,84	309900	17,08	17,08
GC6	10/05/2022	24/05/2022	14	13,103	304	152	18145,84	302236	16,65	16,66
GC7	11/05/2022	08/06/2022	28	13,180	304	152	18145,84	356800	19,66	19,66
GC8	11/05/2022	08/06/2022	28	13,215	304	152	18145,84	364100	20,07	20,07
GC9	11/05/2022	08/06/2022	28	13,170	304	152	18145,84	360100	19,84	19,84

Univ. Mario Bernabe Ontiveros
LABORATORISTA

Ing. Moisés Días Ayarde
**DOC. RESP. LABORATORIO DE HORMIGONES
Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES UAJMS**



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

DPTO. DE ESTRUCTURAS Y CS. DE LOS M.S

LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES

“Con Ética y Responsabilidad Social”

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (G.Exp2)

Proyecto: Proceso de Curado y su Influencia en la Resistencia del Hormigón Expuesto a Ciclos de Congelamiento y Deshielo	Laboratorista: Mario Bernabe Ontiveros
Procedencia: Tarija - Bolivia	Identificación: H-21
Solicitante: Mario Bernabe Ontiveros	Fecha: 08/06/2022

Probeta	Fecha de dosificación	Fecha de ensayo	Edad (días)	Peso (Kg)	Altura h (mm)	Diámetro D (mm)	Área A (mm ²)	Carga F (N)	Lectura (Mpa)	Resistencia de Ensayo (MPa)
GC1	25/05/2022	01/06/2022	7	13,120	304	152	18145,84	291700	16,08	16,08
GC2	25/05/2022	01/06/2022	7	13,090	304	152	18145,84	262700	14,48	14,48
GC3	25/05/2022	01/06/2022	7	13,070	304	152	18145,84	289500	15,95	15,95
GC4	25/05/2022	01/06/2022	7	13,095	304	152	18145,84	289600	15,96	15,96
GC5	25/05/2022	01/06/2022	7	13,100	304	152	18145,84	290800	16,03	16,03
GC6	06/04/2022	20/04/2022	14	13,110	304	152	18145,84	325700	17,95	17,95
GC7	06/04/2022	20/04/2022	14	13,115	304	152	18145,84	326300	17,98	17,98
GC8	06/04/2022	20/04/2022	14	13,120	304	152	18145,84	330100	18,19	18,19
GC9	06/04/2022	04/05/2022	28	13,145	304	152	18145,84	405800	22,36	22,36
GC10	06/04/2022	04/05/2022	28	13,150	304	152	18145,84	403900	22,26	22,26
GC11	06/04/2022	04/05/2022	28	13,155	304	152	18145,84	406200	22,39	22,39
GC12	25/05/2022	08/06/2022	14	13,120	304	152	18145,84	334200	18,42	18,42
GC13	25/05/2022	08/06/2022	14	13,100	304	152	18145,84	333900	18,40	18,40
GC14	25/05/2022	08/06/2022	14	13,100	304	152	18145,84	373800	20,60	20,60
GC15	25/05/2022	08/06/2022	14	13,130	304	152	18145,84	334100	18,41	18,41
GC16	25/05/2022	08/06/2022	14	13,140	304	152	18145,84	332800	18,34	18,34
GC17	11/05/2022	08/06/2022	28	13,165	304	152	18145,84	420300	23,16	23,16
GC18	11/05/2022	08/06/2022	28	13,155	304	152	18145,84	421300	23,22	23,22
GC19	11/05/2022	08/06/2022	28	13,140	304	152	18145,84	415700	22,91	22,91
GC20	11/05/2022	08/06/2022	28	13,185	304	152	18145,84	438200	24,15	24,15
GC21	11/05/2022	08/06/2022	28	13,175	304	152	18145,84	418700	23,07	23,07
GC22	11/05/2022	08/06/2022	28	13,145	304	152	18145,84	439300	24,21	24,21
GC23	11/05/2022	08/06/2022	28	13,140	304	152	18145,84	425600	23,45	23,45
GC24	11/05/2022	08/06/2022	28	13,120	304	152	18145,84	420200	23,15	23,16

Univ. Mario Bernabe Ontiveros
LABORATORISTA

Ing. Moisés Días Ayarde
**DOC. RESP. LABORATORIO DE HORMIGONES
Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES UAJMS**



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

DPTO. DE ESTRUCTURAS Y CS. DE LOS M.S

LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES

“Con Ética y Responsabilidad Social”

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (con aire incorporado)

Proyecto: Proceso de Curado y su Influencia en la Resistencia del Hormigón Expuesto a Ciclos de Congelamiento y Deshielo	Laboratorista: Mario Bernabe Ontiveros
Procedencia: Tarija - Bolivia	Identificación: H-21
Solicitante: Mario Bernabe Ontiveros	Fecha: Octubre 2023

Probeta	Fecha de dosificación	Fecha de ensayo	Edad (días)	Peso (Kg)	Altura h (mm)	Diámetro D (mm)	Área A (mm ²)	Carga F (N)	Lectura (Mpa)	Resistencia de Ensayo (MPa)
HORMIGON PATRON (G.CA)										
GC1	18/10/2023	15/11/2023	28	12,995	303	152	18145,84	406500	22,40	22,40
GC2	18/10/2023	15/11/2023	28	12,994	303	152	18145,84	406600	22,41	22,41
GC3	18/10/2023	15/11/2023	28	12,985	303	152	18145,84	406400	22,40	22,40
GC4	18/10/2023	15/11/2023	28	12,998	303	152	18145,84	406700	22,41	22,41
GC5	18/10/2023	15/11/2023	28	12,993	303	152	18145,84	406300	22,39	22,39
HORMIGON EXPERIMENTAL (G.Exp1A)										
GC1	24/10/2023	21/11/2023	28	12,995	303	152	18145,84	402200	22,16	22,16
GC2	24/10/2023	21/11/2023	28	12,965	303	152	18145,84	402200	22,16	22,16
GC3	24/10/2023	21/11/2023	28	12,989	303	152	18145,84	402100	22,15	22,16
GC4	24/10/2023	21/11/2023	28	12,975	303	152	18145,84	402300	22,17	22,17
GC5	24/10/2023	21/11/2023	28	12,985	303	152	18145,84	402100	22,16	22,16
HORMIGON EXPERIMENTAL (G.Exp2A)										
GC1	24/10/2023	21/11/2023	28	12,988	303	152	18145,84	404100	22,26	22,27
GC2	24/10/2023	21/11/2023	28	12,991	303	152	18145,84	404200	22,28	22,28
GC3	24/10/2023	21/11/2023	28	12,958	303	152	18145,84	404300	22,28	22,28
GC4	24/10/2023	21/11/2023	28	12,976	303	152	18145,84	404300	22,28	22,28
GC5	24/10/2023	21/11/2023	28	12,980	303	152	18145,84	404400	22,29	22,29

Univ. Mario Bernabe Ontiveros
LABORATORISTA

Ing. Moisés Días Ayarde
**DOC. RESP. LABORATORIO DE HORMIGONES
Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES UAJMS**

A.5 Tablas Para Dosificación Método ACI - 211

A.5.1 Resistencia Requerida

Como no contamos con un registro de resultados de ensayos que nos posibilite el cálculo de desviación estándar, entonces la resistencia promedio requerida deberá ser determinada empleando los valores de la tabla siguiente:

Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$fc' < 20$	$fc'r = fc' + 7.0$
$20 \leq fc' \leq 35$	$fc'r = fc' + 8.3$
$fc' > 35$	$fc'r = 1.10fc' + 5.0$

A.5.2 Consistencia y Asentamiento

Consistencia	Asiento en cono de Abrams (cm)	Compactación
Seca	0– 2	Vibrado
Plástica	3 – 5	Vibrado
Blanda	6 – 9	Picado con barra
Fluida	10 – 15	Picado con barra

A.5.3 Asentamientos Recomendados para Diversos Tipos de Estructuras

Asentamiento, cm		
Tipos de construcción	Máximo	Mínimo
Muros y zapatas de cimentación de concreto reforzado.	7.5	2.5
Zapatas simples, cajones y muros de la subestructura	7.5	2.5
Vigas y muros de concreto reforzado.	10	2.5
Columnas.	10	5
Pavimentos y losas	7.5	2.5
Concreto ciclópeo	5	2.5

A.5.4 Volumen de Agua por m³

Asentamiento (cm)	agua (lt/m ³), para tamaño nominal máximo (mm) de agregado grueso y consistencia indicados							
	9,5	12,5	19	25	38	50	75	150
CONCRETO SIN AIRE INCLUIDO								
2,5 a 5	207	199	190	179	166	154	130	113
6,5 a 10	228	216	205	193	181	169	145	124
15 a 17,5	243	228	216	202	190	178	160	...
Cantidad aproximada de aire atrapado en concreto (%)	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
CONCRETO CON AIRE INCLUIDO								
2,5 a 5	108	175	165	160	145	140	135	120
6,5 a 10	200	190	180	175	160	155	150	135
15 a 17,5	215	205	190	185	170	165	160	..
Promedio recomendado del contenido total de aire, de acuerdo con el nivel de exposición (%)								
Exposición moderada	6	5,5	5	4,5	4,5	4	3,5	3
Exposición severa y muy severa	7,5	7	6	6	5,5	5	4,5	4

A.5.5 Contenido de Aire Atrapado

Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
3/8"	3%
1/2"	2.50%
3/4"	2%
1"	1.50%
1 1/2"	1%
2"	0.50%
3"	0.30%
6"	0.20%

A.5.6 Relación Agua/Cemento por Resistencia

f'cr (28 días)	Relación agua/ cemento	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
450	0.38	-

A.5.7 Peso del Agregado Grueso por Unidad de Volumen de Hormigón

T.M.N del agregado, mm	Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diferentes módulos de finura de la arena			
	2.40	2.60	2.80	3.00
10	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
20	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
40	0.76	0.74	0.72	0.70
50	0.78	0.76	0.74	0.72
70	0.81	0.79	0.77	0.75
150	0.87	0.85	0.83	0.81

A.6 Temperaturas Mínimas

A.6.1 Estación Campanario

TEMPERATURA MINIMA EXTREMA (°C)

Estación: CAMPANARIO
 Provincia: MENDEZ
 Departamento: TARIJA



Lat. S.: 21° 30' 45"
 Long. W.: 64° 58' 32"
 Altura: 3.460 m.s.n.m.

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	Minima
2010	1,0	2,0	1,0	-2,0	-6,0	-5,5	-9,5	-5,0	-3,0	-2,0	-3,0	-4,0	-9,5
2011	2,0	-1,5	-0,5	-3,0	-5,5	-6,5	-8,0	-9,5	-5,0	-2,0	1,0	-1,0	-9,5
2012	-1,5	1,5	0,5	-4,5	-5,0	-5,5	-9,5	-2,0	-4,5	-3,0	0,5	3,0	-9,5
2013	1,5	1,0	-2,0	-5,0	-4,0	-4,5	-6,0	-9,5	-9,0	-3,0	-4,0	1,5	-9,5
2014	-2,5	-1,0	-1,5	-3,5	-5,5	-11,0	-6,6	-4,0	-5,5	-3,0	-1,0	-1,0	-11,0
2015	1,0	2,5	0,5	1,0	-5,5	-6,5	-8,5	-3,5	-2,5	-5,0	-2,5	1,5	-8,5
2016	-1,5	3,5	-2,5	-7,0	-5,5	-6,0	-7,0	-9,0	-4,5		-3,0	4,3	
2017	-2,0	1,5	0,0	-7,5	-6,5	-9,5	-9,5	-9,5	-5,0	-6,0	0,5	1,0	-9,5
2018	1,0	1,0	-1,0	-5,0	-4,5	-5,5	-7,5	-5,5	-6,0	0,0	0,0	-1,5	-7,5
2019	1,5	-2,0	-1,0	-3,5	-6,5	-5,5	-6,5	-13,0	-5,5	-4,5	-1,5	0,0	-13,0
2020	1,5	2,5	-1,5	0,0	-5,0	-6,0	-7,5	-6,0	-5,0	0,0	-3,5	0,0	-7,5
2021	2,0	2,0	0,0	-7,0	-7,0	-12,5	-9,5	-5,0	-5,0	-10,0	-1,5	1,0	-12,5
2022	1,0	-1,5	-5,5	-5,0	-8,5	-10,0	-4,0	-7,5	-9,0	-5,0	-7,0	-3,0	-10,0
MINIMA	1,0	-1,5	-5,5	-7,0	-8,5	-12,5	-9,5	-7,5	-9,0	-10,0	-7,0	-3,0	-12,5

A.6.2 Estación Campanario Días con Heladas

DIAS CON HELADA													
Estación: CAMPANARIO										Lat. S.: 21° 30' 45"			
Provincia: MENDEZ										Long. W.: 64° 58' 32"			
Departamento: TARIJA										Altura: 3.460 m.s.n.m.			
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	Total
1999	0	0	0	8	25	28	24	20	5	4	7	1	122
2000	1	3	0	8	19	29	30	18	18	2	5	1	134
2001	1	3	4	6	17	25	28	16	7	4	1	3	115
2002	2	0	0	2	14	19	25	15	14	0	1	1	93
2003	1	3	1	11	18	25	23	29	17	6	2	0	136
2004	0	0	0	2	29	29	22	12	9	5	2	0	110
2005	1	0	5	10	23	28	30	22	20	1	1	0	141
2006	2	1	1	7	25	27	29	28	13	2	3	0	138
2007	0	0	2	3	18	11	27	17	5	3	2	0	88
2008	0	3	5	22	31	20	24	25	22	9	0	0	161
2009	2	0	4	7	20	30	22	26	8	2	0	0	121
2010	0	0	0	8	15	17	25	10	12	3	7	3	100
2011	0	1	1	13	21	19	20	21	14	3	0	1	114
2012	1	0	0	4	28	28	25	11	9	2	1	0	109
2013	0	0	2	19	17	29	27	22	9	3	5	0	133
2014	2	1	2	7	28	24	25	26	4	2	1	3	125
2015	0	0	0	0	22	28	30	21	8	1	2	0	112
2016	2	0	6	5	19	26	26	26	10		2	0	
2017	1	0	1	11	11	21	25	18	15	6	0	0	109
2018	0	0	6	7	18	14	10	21	12	4	1	2	95
2019	0	5	1	8	17	19	21	24	11	9	2	1	118
2020	0	0	5	2	15	14	25	19	16	1	8	3	108
2021	0	0	2	10	22	28	25	20	9	23	2	0	141
2022	0	3	5	19	29	20	14	29	22	18	10	1	170
2023	5												
MEDIA	0	1	4	10	22	21	21	23	16	14	7	1	140

A .7 Matriz: Problema- Causa- Efecto- Solución (PCES)

PROBLEMA	CAUSA	EFEECTO	SOLUCION
<p>Pérdida de resistencia del hormigón expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo.</p> <p>Variable dependiente: Resistencia a la compresión.</p> <p>Variables independientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de protección del hormigón. • Temperatura • Aditivo incorporador de aire al hormigón. • Tiempo de protección del hormigón. • Tiempo de rotura del hormigón. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Curado inadecuado del hormigón. ➤ No se protege al hormigón de las bajas temperaturas. ➤ Temperaturas bajas. ➤ Relación A/C muy alta. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Deterioro del hormigón. ➤ Fisuración del hormigón. ➤ Descascaramiento del hormigón. ➤ Pérdida de la resistencia a la compresión del hormigón. ➤ Poca durabilidad del hormigón. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Proteger al hormigón. ➤ Curado adecuado del hormigón. ➤ Reducir la relación A/C. ➤ Calentar los agregados. ➤ Adicionar un aditivo incorporador de aire