

Curso Profesional en Agua Cervecera (Clase 10)



Lic. Sebastián Oddone
ESPECIALISTA EN FERMENTACIONES INDUSTRIALES

Los iones minerales

Calcio (2+): ayuda a disminuir el pH, estabiliza a la alfa-amilasa, ayuda a flocular levaduras y coágulos. (máx. 250ppm)

Magnesio (2+): esenciales para el funcionamiento de algunas enzimas (máx. 50ppm)

Sodio (+): Realza el sabor, pero perjudicial en altas concentraciones (máx. 150ppm)

Cloruro (-): aumenta percepción de sabor maltoso (máx. 250ppm)

Sulfato (2-): Nitidez, amargor y sequedad en la percepción del sabor (máx. 350ppm)

Carbonato/bicarbonato (2/-): actúa como buffer (máx. 150ppm)

Perfiles recomendados por estilo

TABLA DE PERFILES DE AGUA PARA CADA ESTILO DE CERVEZA (SEGÚN GUÍA BJCP 2008)

		Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Sodio (Na)	Solfato (SO ₄)	Cloruro (Cl)	Bicarbonato (HCO ₃)			Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Sodio (Na)	Solfato (SO ₄)	Cloruro (Cl)	Bicarbonato (HCO ₃)
Light Lager	1A Light American Lager	50	0-10	0-30	0-50	50-100	0-50	Stout	13A Dry Irish Stout	50-75	0-30	0-100	50-150	50-150	100-200
	1B Standard American Lager	50-75	0-10	0-30	50-150	50-100	0-50		13B Sweet Stout	50-75	30-30	20-100	50-150	50-150	100-200
	1C Premium American Lager	50-75	0-10	0-30	50-150	50-100	0-50		13C Oatmeal Stout	50-75	30-30	20-100	50-150	50-150	100-200
	1D Munich Helles	50-75	0-10	0-30	0-50	50-100	0-50		13D Foreign Extra Stout	50-75	30-30	20-150	50-150	50-150	100-250
	1E Dormunder Export	75-100	0-10	0-30	50-150	50-100	50-100		13E American Stout	50-75	30-30	20-150	50-150	50-150	100-250
Pilsner	2A German Pilsner	30-75	0-10	0-10	50-150	50-100	0-50	IPA	14A English IPA	50-150	0-10	0-50	100-300	50-100	50-150
	2B Bohemian Pilsner	30-50	0-5	0-10	0-50	50-100	0-50		14B American IPA	50-150	0-10	0-50	100-400	0-100	50-150(1)
	2C Classic American Pilsner	30-75	0-10	0-10	50-150	50-100	0-50		14C Imperial IPA	50-150	0-10	0-50	100-300	50-100	50-150(1)
European Amber Lager	3A Vienna Lager	50-75	0-10	0-30	0-100	50-150	50-150	German Wheat or Rye	15A Weizen	50-100	0-20	0-30	0-50	50-100	0-100
	3B Oktoberfest Lager	50-75	0-10	0-30	0-100	50-150	50-150		15B Dunkel Weizen	50-75	0-30	0-100	50-150	50-150	100-200
Dark Lager	4A American Dark Lager	50-75	0-10	0	0	50-150	100-150		15C Weizen Bock	50-75	30-30	0-150	50-150	50-150	150-250
	4B Munich Dunkel	50-75	0-10	0	0-50	50-150	100-150		15D Roggenbier	50-75	0-30	0-30	50-150	50-150	50-200
	4C Schwartzbier	50-75	0-10	0	0-50	50-150	100-150	Belgian and French Ale	16A Witbier	50-100	0-20	0-30	0-50	50-100	0-100
Bock	5A Mailbock / helles Bock	50-75	0-20	0-50	0-100	50-150	50-100		16B Belgian Pale Ale	50-150	0-20	0-20	100-300	50-100	0-150
	5B Traditional Bock	50-100	0-20	0-50	0-100	50-100	100-180		16C Saison	50-150	0-20	0-20	100-300	0-100	0-150
	5C Doppel Bock	50-100	0-20	0-50	0-100	50-100	100-180		16D Bier de Garde	50-100	0-30	0-100	50-100	50-150	50-150
	5D Einbock	50-100	0-20	0-50	0-100	50-150	100-180		16E Belgian Specialty Ale (2)	-	-	-	-	-	-
Light Hybrid Beer	6A Cream Ale	50-100	0-10	0-30	0-50	0-100	0-100	Sour Ale (3)	17A Berliner Weisse	50-100	0-5	0	0-50	0-100	0
	6B Blonde Ale	50-100	0-10	0-20	100-200	50-100	0-100		17B Flanders Red	50-100	0-10	0	0-100	0-100	0-100
	6C Kolach	50-100	0-10	0-30	0-50	0-100	0-100		17C Oud Bruin	50-100	0-10	0-50	50-100	50-150	50-200
	6D American Wheat or Rye	50-100	0-10	0-20	0-50	0-100	0-100		17D Lambic	50-150	0-10	0-20	0-100	50-100	0
Amber Hybrid Beer	7A Northern German Altbier	50-100	0-10	0-30	100-300	50-100	50-150		17E Geuze	50-150	0-10	0-20	0-100	50-100	0
	7B California Common	50-100	0-10	0-30	100-300	50-100	50-150		17F Fruit Lambic	50-150	0-10	0-20	0-100	50-100	0
	7C Dusseldorf Altbier	50-100	0-10	0-30	100-300	50-100	50-150		Belgian Strong Ale	18A Belgian Blonde	50-100	0-10	0-30	50-100	50-100
English Pale Ale	8A Standard / Ordinary Bitter	50-150	0-10	0-30	100-200	50-100	0-180	18B Belgian Dubbel		50-100	5-20	0-50	50-100	50-150	50-150
	8B Special / Best Premium Bitter	50-150	0-20	0-50	100-200	50-100	0-180	18C Belgian Tripel		50-100	0-10	0-30	50-100	50-100	0-50
	8C English Pale Ale	50-150	0-10	0-30	100-400	0-100	50-150	18D Belgian Golden Strong Ale		50-100	0-10	0-30	50-100	50-100	0-50
Scottish and Irish Ale	9A Scottish Light 60	50-150	0-20	0-50	100-200	50-100	50-180	Strong Ale		18E Belgian Dark Strong Ale	50-100	0-30	0-150	50-150	50-150
	9B Scottish Heavy 70	50-150	0-20	0-50	100-200	50-100	50-180		19A Old Ale	50-75	30-30	0-150	50-150	50-150	50-250
	9C Scottish Export 80	50-150	0-20	0-50	100-200	50-100	50-180		19B Barley Wine	50-100	30-30	0-100	50-100	50-150	50-150
	9D Irish Red	50-100	0-10	0-20	100-300	50-100	50-150	19C American Barley Wine	50-100	30-30	0-100	50-100	50-150	50-150	
	9E Wee Heavy (Strong Scotch Ale)	50-150	0-30	0-100	50-100	50-100	50-150	Fruit Beer	20 Fruit Beer (4)	-	-	-	-	-	-
American Ale	10A American Pale Ale	50-150	0-10	0-20	100-400	0-100	0-150	Spice/Herb/ Vegetable Beer	21A Spice, Herb or Vegetable Beer (4)	-	-	-	-	-	-
	10B American Amber Ale	50-100	0-20	0-30	100-300	50-100	50-150		22A Christmas/Winter Spiced (4)	-	-	-	-	-	-
	10C American Brown Ale	50-75	0-30	0-50	50-150	50-150	100-200	Smoked or Wood Aged Beer	22A Rauchbier	50-75	0-10	0-30	0-100	50-150	50-150
English Brown Ale	11A Mild	50-150	0-20	0-30	100-200	50-100	50-150		22B Other Smoked Beer (4)	-	-	-	-	-	-
	11B Southern English Brown	50-75	0-30	0-50	50-150	50-150	100-200		22C Wood-Aged Beer (4)	-	-	-	-	-	-
	11C Northern English Brown	50-75	0-30	0-50	50-150	50-150	100-200	Specialty Beer	23 Specialty Beer (2)	-	-	-	-	-	-
Porter	12A Brown Porter	50-75	30-30	0-50	50-150	50-150	100-200								
	12B Robust Porter	50-75	30-30	0-50	50-150	50-150	100-200								
	12C Baltic Porter	50-100	0-20	0-80	0-100	50-150	100-250								

Uso de sales para ajustar los iones

Sal	Fórmula química	Peso molecular	% peso	
Cloruro de Sodio (sal de mesa)	NaCl	58	Na 40%	Cl 60%
Carbonato de Calcio	CaCO ₃	100	Ca 40%	CO ₃ 60%
Bicarbonato de Sodio	NaHCO ₃	84	Na 28%	HCO ₃ 72%
Cloruro de Calcio	CaCl ₂ + 2H ₂ O	146	Ca 27%	Cl 48%
Sulfato de Calcio (sal de Gypsum)	CaSO ₄ + 2H ₂ O	172	Ca 23%	SO ₄ 56%
Sulfato de Magnesio (sal de Epsom)	MgSO ₄ + 7H ₂ O	246	Mg 10%	SO ₄ 39%

Reportes fisicoquímicos (Alejandro)

EXAMEN FÍSICO - QUÍMICO DE AGUA

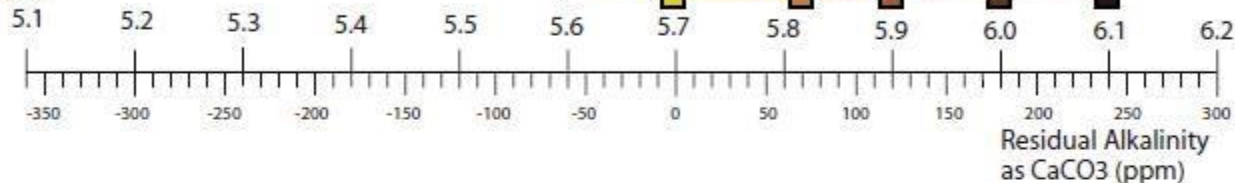
Determinaciones	Unidades	Valores hallados	Máximo permitido	Método
Aspecto	-	Límpido	-	-
Olor	-	S.O.E.	-	-
Turbiedad	NTU	0,4	3	SM 2130 B
Sedimentos	-	No contiene	-	-
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$	330	-	Electrometría
Sólidos disueltos totales (TDS)	mg/L	226	1500	SM 2510
Alcalinidad total en CaCO_3	mg/L	59	-	SM2320 B
Alcalinidad residual	mg/L	42	-	Cálculo
Bicarbonato (HCO_3^{-})	mg/L	72	-	SM2320 B
Carbonatos (CO_3^{2-})	mg/L	0,09	-	SM2320 B
Sulfatos ($\text{SO}_4^{=}$)	mg/L	21,3	400	Color cuantitativo
Cloruros (Cl^{-})	mg/L	43	350	Titrimétrico
Índice $\text{SO}_4^{=}/\text{Cl}^{-}$	-	0,5	-	Cálculo
Dureza total CaCO_3	mg/L	76	400	SM 2340 C
Dureza efectiva	mg/L	62	-	Cálculo
pH a 25°C	U de pH	7,38	6.5 - 8.5	SM 4500 H ⁺ B
Nitratos (NO_3^{-})	mg/L	4,7	45	Color cuantitativo
Nitritos (NO_2^{-})	mg/L	< 0,02	0.10	Color cuantitativo
Fluoruros	mg/L	0,06	1.5	Color cuantitativo
Cloro residual libre	mg/L	0,07	1.2	SM 4500 Cl G
Calcio	mg/L	19,2	-	SM 3111 D
Magnesio	mg/L	6,8	-	SM 3111 D
Sodio	mg/L	29	-	SM 3111 B

*(S.O.E)= Sin olores extraños * Muestra de agua remitida al laboratorio por el comitente.

Análisis del Agua (Alejandro)

Approximate pH of 100% Base Malt Mash
Based on Your Water Profile

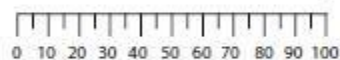
Base-malt-mash pH
(@ room temp)



Alkalinity as CaCO_3 (ppm)



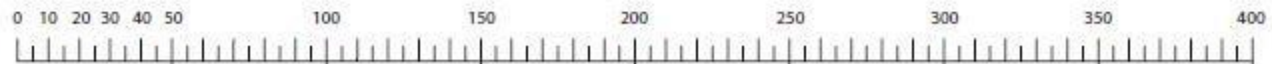
[Mg] (ppm)



Effective Hardness

Note: This is not the same as
Total Hardness as CaCO_3

[Ca] (ppm)



Usage Notes:

1. Assume a correlation error of ± 0.1 pH and a range of at least 5 SRM due to individual mash chemistry.
2. The actual pH of the mash at mash temperature ($\sim 150^\circ\text{F}$) is typically $.35$ pH less than it measures at room temperature.
3. For best results, the mash pH should always be between 5.2-5.6, regardless of beer style, when measured at mash temperature.

Reportes fisicoquímicos (Hebe)

EXAMEN FÍSICO – QUÍMICO DE AGUA

Determinaciones	Unidades	Valores hallados	Máximo permitido	Método
Aspecto	-	Límpido	-	-
Olor	-	S.O.E.	-	-
Turbiedad	NTU	0,3	3	SM 2130 B
Sedimentos	-	No contiene	-	-
Conductividad	μS/cm	450	-	Electrometría
Sólidos disueltos totales (TDS)	mg/L	336	1500	SM 2510
Alcalinidad total en CaCO ₃	mg/L	47	-	SM2320 B
Alcalinidad residual	mg/L	27	-	Cálculo
Bicarbonato (HCO ₃ ¹⁻)	mg/L	58	-	SM2320 B
Carbonatos (CO ₃ ²⁻)	mg/L	0,02	-	SM2320 B
Sulfatos (SO ₄ ⁻)	mg/L	36,8	400	Color cuantitativo
Cloruros (Cl ⁻)	mg/L	63	350	Titrimétrico
Índice SO ₄ ²⁻ / Cl ⁻	-	0,58	-	Cálculo
Dureza total CaCO ₃	mg/L	92	400	SM 2340 C
Dureza efectiva	mg/L	70	-	Cálculo
pH a 25°C	U de pH	6,9	6.5 – 8.5	SM 4500 H ⁺ B
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	3,7	45	Color cuantitativo
Nitritos (NO ₂ ⁻)	mg/L	< 0,02	0.10	Color cuantitativo
Fluoruros	mg/L	0,43	1.5	Color cuantitativo
Cloro residual libre	mg/L	0,08	1.2	SM 4500 Cl G
Calcio	mg/L	19,2	-	SM 3111 D
Magnesio	mg/L	10,5	-	SM 3111 D
Sodio	mg/L	38	-	SM 3111 B

*(S.O.E) = Sin olores extraños.

* Muestra de agua remitida al laboratorio por el comitente

Análisis del Agua (Hebe)

Residual Alkalinity Nomograph

copyright 1999, 2015 John Palmer
Change in base malt mash pH due to RA.
(measured at room temperature)

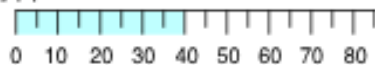
Suggested Beer Color Guide due to Amount
of Residual Alkalinity in Brewing Water

Approximate
Mash pH change
due to RA

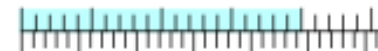
Residual Alkalinity
in Brewing Water
as CaCO_3 ppm

Total Alkalinity
as CaCO_3 ppm

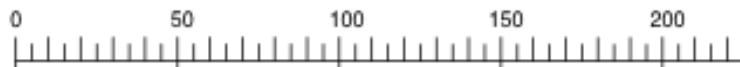
[Mg] ppm



0 50 100 150 200 250



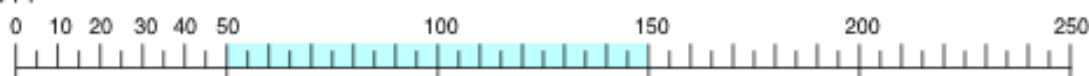
0 50 100 150 200 250 300 $[\text{HCO}_3^-]$ ppm



Effective Hardness

Note: This is not the same as
Total Hardness as CaCO_3 .

[Ca] ppm



To Use:

1. Draw a line between the Calcium and Magnesium concentrations to determine the Effective Hardness of your water.
2. Draw a line from the Effective Hardness value through the Total Alkalinity of your water to determine the Residual Alkalinity. The approximate effect of the residual alkalinity on the mash pH is shown above.
3. The beer color scale is a suggestion to help you choose a beer style with enough specialty malt acidity to balance the indicated amount of residual alkalinity in the brewing water in order to achieve a mash pH in the preferred range.
4. The preferred range of mash pH, for all styles, regardless of color, is 5.2 to 5.6 as measured at room temperature.

Reportes fisicoquímicos (Charly)

EXAMEN FISICOQUÍMICO DE AGUA

Tipo de muestra: AGUA

Procedencia y sitio de extracción: PATAGONES

COLOR	INCOLORA		
TURBIEDAD		2	NTU
OLOR	INODORA		
pH		7,8	
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES		179	mg/L
DUREZA TOTAL (en CaCO ₃)		85	mg/L
ALCALINIDAD TOTAL (en CaCO ₃)		50	mg/L
CLORUROS		35	mg/L
SULFATOS		51	mg/L
CALCIO		20	mg/L
NITRATOS		3	mg/L
NITRITOS		< 0,05	mg/L
AMONIO		< 0,1	mg/L
ARSÉNICO *		< 0,05	mg/L
FLUORUROS **		< 0,4	mg/L
SODIO		32	mg/L
MAGNESIO		8	mg/L

¡Ahora a calcular!

Ejemplo: queremos hacer una APA en Patagones

		Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Sodio (Na)	Sulfato (SO ₄)	Cloruro (Cl)	Bicarbonato (HCO ₃)
American Ale	10A American Pale Ale	50-150	0-10	0-20	100-400	0-100	0-150
	10B American Amber Ale	50-100	0-20	0-30	100-300	50-100	50-150
	10C American Brown Ale	50-75	0-30	0-50	50-150	50-150	100-200

¡Ahora a calcular!

Ejemplo: queremos hacer una APA (SRM 5) en Patagones

		Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Sodio (Na)	Sulfato (SO ₄)	Cloruro (Cl)	Bicarbonato (HCO ₃)
American Ale	10A American Pale Ale	50-150	0-10	0-20	100-400	0-100	0-150
	10B American Amber Ale	50-100	0-20	0-30	100-300	50-100	50-150
	10C American Brown Ale	50-75	0-30	0-50	50-150	50-150	100-200

20



8

32



51



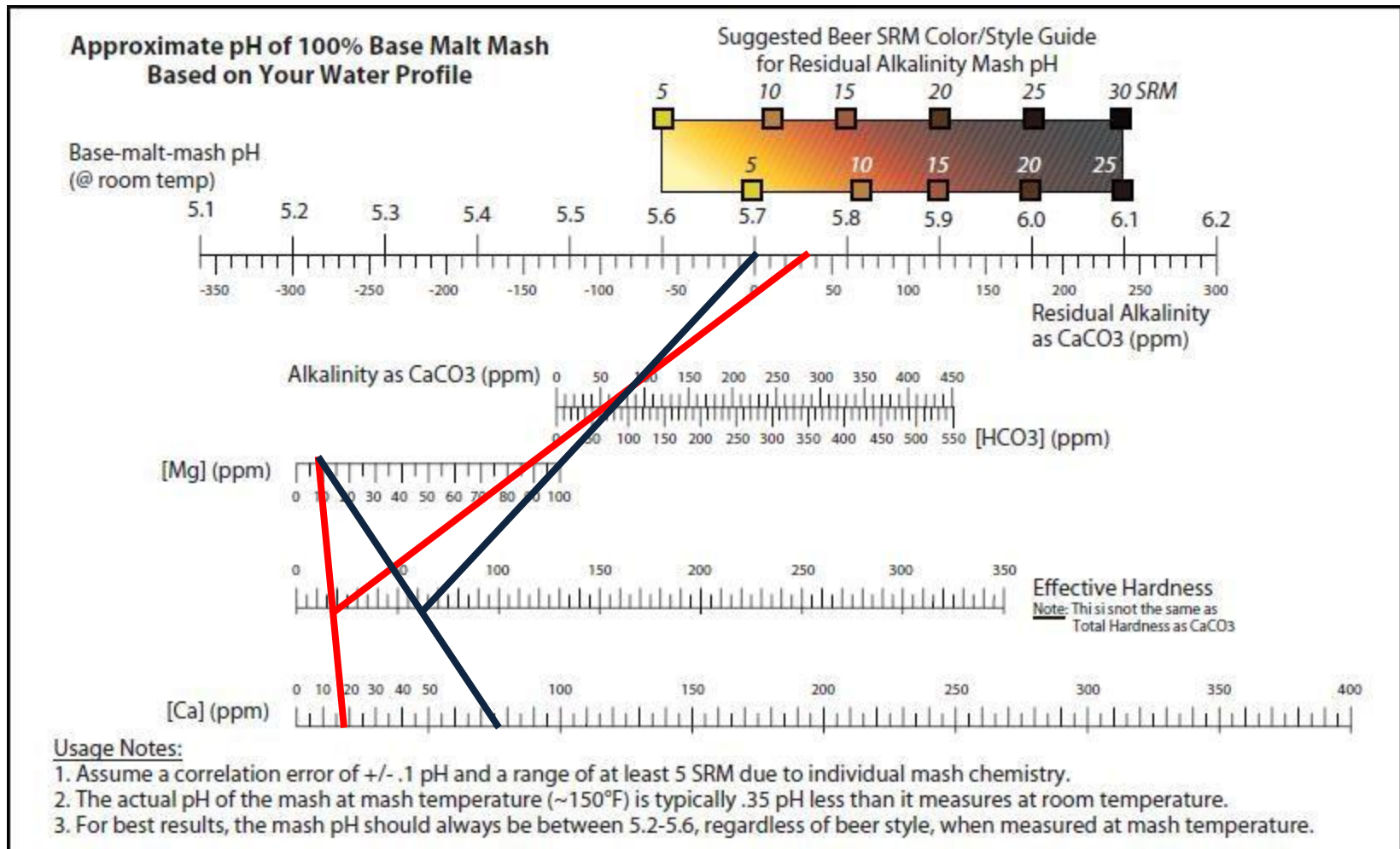
35

61

Por cálculo

$$\text{Bicarbonato} = \text{Alcalinidad Total} \times \frac{61}{50}$$

Análisis Químico del Agua (Patagones)



Solución

Agregar 55ppm de Calcio como Sulfato de Calcio, veamos...

Supongamos que vamos a preparar 100 litros de agua.

Como 55ppm equivalen a 55 mg/litro, para 100 litros requerimos 5500mg, es decir 5,5gr de Calcio

El Sulfato de Calcio aporta 23% de Calcio.

Por lo tanto, $5,5 / 0,23 = 24\text{gr}$ Sulfato de Calcio

Esta adición a su vez aporta $24 \times 0,56 = 13,4\text{gr}$ de Sulfato que equivalen a 134ppm de Sulfato, que sumadas a las 51ppm que ya contenía el agua tenemos en total 185ppm de Sulfato que entran en el rango recomendado.

Análisis Químico del Agua (Bahía Blanca)

<u>DETERMINACION</u>	<u>RESULTADO</u>	<u>UNIDADES</u>
Aspecto	Limpido	
Turbiedad	No presenta	
Olor	Inodora	
Color	Incolora	
PH	7,7	
Sólidos disueltos totales	155	mg/l
Dureza total (en CaCO ₃)	24	mg/l
Alcalinidad total (en CaCO ₃)	64	mg/l
Cloruros (en Cl)	56	mg/l
Sulfatos (en SO ₄)	50	mg/l
Calcio (en Ca)	22	mg/l
Magnesio (en Mg)	0	mg/l
Nitratos (en NO ₃)	33	mg/l
Nitritos (en NO ₂)	< 0,01	mg/l
Amonio (en NH ₄)	< 0,01	mg/l
Sodio (en Na)	45	mg/l
Fluoruros (en F)	1,0	mg/l
Arsénico (en As)	< 0,01	mg/l

Otro ejemplo: queremos hacer una Dunkel Weizen en Bahía Blanca

			Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Sodio (Na)	Sulfato (SO ₄)	Cloruro (Cl)	Bicarbonato (HCO ₃)
German Wheat or Rye	15A Weizen		50-100	0-20	0-30	0-50	50-100	0-100
	15B Dunkel Weizen		50-75	0-30	0-100	50-150	50-150	100-200
	15C Weizen Bock		50-75	10-30	0-150	50-150	50-150	150-250
	15D Roggenbier		50-75	0-30	0-30	50-150	50-150	50-200

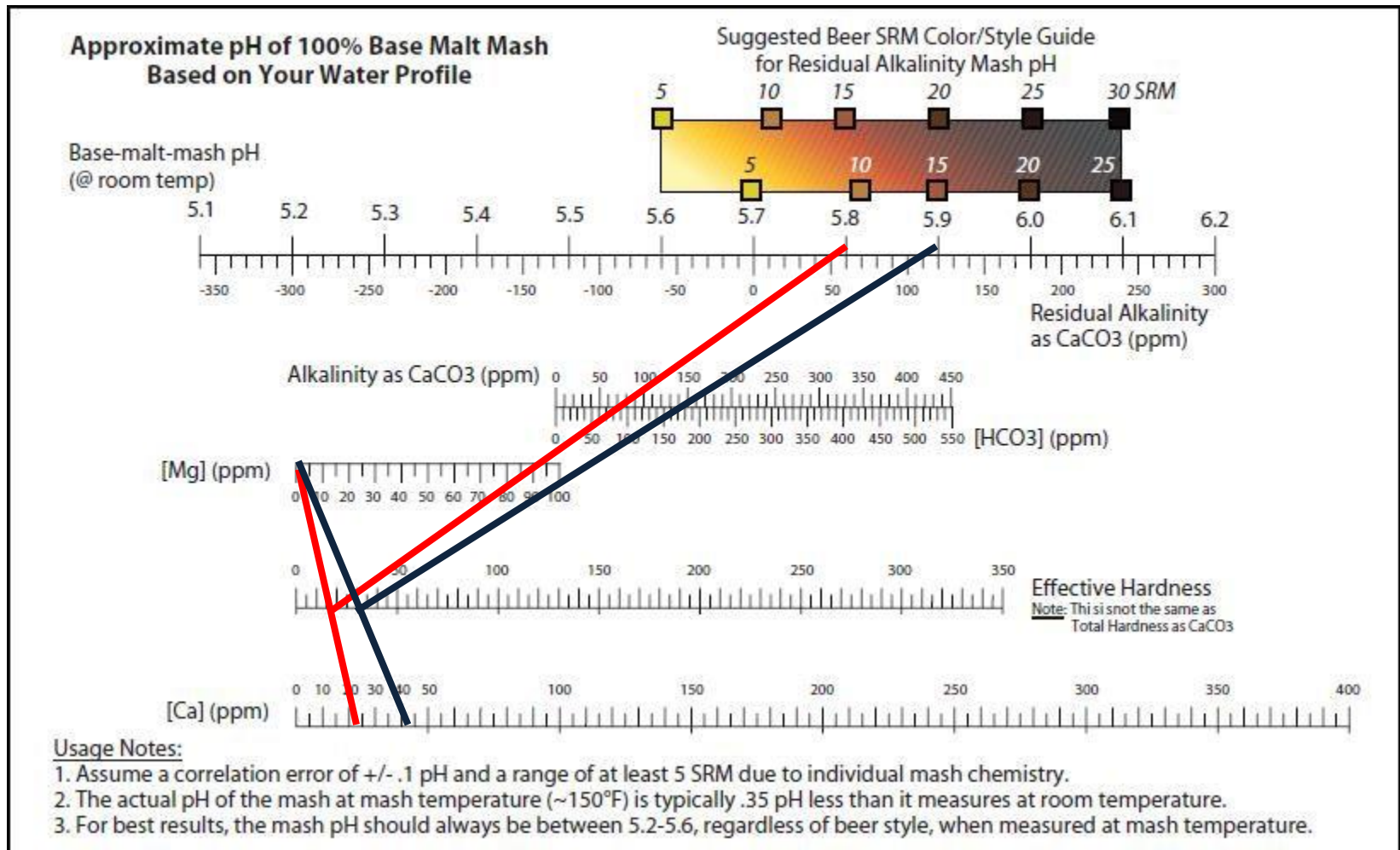
Otro ejemplo: queremos hacer una Dunkel Weizen (SRM 18) en Bahía Blanca

		Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Sodio (Na)	Sulfato (SO ₄)	Cloruro (Cl)	Bicarbonato (HCO ₃)
German Wheat or Rye	15A Weizen	50-100	0-20	0-30	0-50	50-100	0-100
	15B Dunkel Weizen	50-75	0-30	0-100	50-150	50-150	100-200
	15C Weizen Bock	50-75	10-30	0-150	50-150	50-150	150-250
	15D Roggenbier	50-75	0-30	0-30	50-150	50-150	50-200
		22	0	45	51	56	78

Por cálculo

$$\text{Bicarbonato} = \text{Alcalinidad Total} \times \frac{61}{50}$$

Análisis Químico del Agua (Bahía Blanca)



Solución

Agregar 20ppm de Calcio como Cloruro de Calcio, y subir la alcalinidad a 150ppm (agregar 86ppm de alcalinidad que equivalen a 104ppm de Bicarbonato)

Supongamos que vamos a preparar 100 litros de agua.

Como 20ppm equivalen a 20 mg/litro, para 100 litros requerimos 2000mg, es decir 2gr de Calcio

El Cloruro de Calcio aporta 27% de Calcio.

Por lo tanto, $2/0,27 = 7,4\text{gr}$ Cloruro de Calcio

Esta adición a su vez aporta $7,4 \times 0,48 = 3,5\text{gr}$ de Cloruro que equivalen a 35ppm de Cloruro, que sumadas a las 56ppm que ya contenía el agua tenemos en total 91ppm de Cloruro que entran en el rango recomendado.

104ppm de Bicarbonato serían 10400mg en 100 litros (10,4gr en 100 litros). Serían entonces $10,4/0,72 = 14,4\text{gr}$ de Bicarbonato de Sodio, que a su vez aportan 4gr de Sodio (40ppm) adicionales. Queda el sodio dentro del rango con 95ppm

Como hacer las adiciones de las sales

Sal	Comentario
Cloruro de Sodio	Disolver y agregar. Evitar la sal iodada
Bicarbonato de Sodio	Disolver y agregar
Carbonato de Calcio	Restringir el uso. En lo posible no usar, se satura en 0,05 gr/l
Cloruro de Calcio	Disolver y agregar
Sulfato de Calcio	Mezclar vigorosamente a 10 – 35°C. Se satura en 2 gr/l
Sulfato de Magnesio	Disolver y agregar



Nuestros datos

Canal de YouTube
Capacitaciones El Molino



Nuestra WEB
www.capacitacioneselmolino.com



Instagram

Instagram y Facebook
@capacitacioneselmolino



Consultá por nuestra MEMBRESÍA MENSUAL