

Suelos: Anexo 03 - Análisis físico-químicos de los suelos

Informe de Campaña Primavera 2025

Componente: Suelos

Preparado para: Codelco Salvador

Santiago, 22 de junio de 2026



Índice de Tablas

Tabla 1. Resultados de Clase de Capacidad de Uso de Suelos (CCUS), retención de humedad y densidad aparente.	3
Tabla 2. Resultados de relación de adsorción de sodio (RAS).....	7
Tabla 3. Resultados de salinidad y humedad aprovechable de muestras aledañas a calicatas. ...	11

Análisis físicoquímicos de los suelos

Para el estudio-02 del componente Suelos se efectuaron análisis físicoquímicos de cada uno de los horizontes identificados mediante calicatas y por sector, considerando que el número de horizontes descritos varió según las características pedológicas observadas en cada perfil de suelo.

La caracterización edáfica contempló la evaluación de propiedades físicas y químicas orientadas a determinar la fertilidad, aptitud de uso y comportamiento textural de los suelos. Entre las variables analizadas se incluyeron la clase de capacidad de uso (CCUS), pH en suspensión relación 1:2,5, conductividad eléctrica (CE) en extracto de saturación, contenido de materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico (CIC), distribución granulométrica de arena, limo y arcilla, y la correspondiente clase textural (Tabla 1).

La clasificación de capacidad de uso permitió identificar las limitaciones y potencialidades del suelo para distintos fines productivos y de manejo. El pH fue utilizado como indicador de la reacción del suelo y de su influencia sobre la disponibilidad de nutrientes, mientras que la conductividad eléctrica permitió estimar la concentración de sales solubles presentes en el sistema edáfico.

Por otra parte, el contenido de materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico fueron empleados como indicadores de fertilidad y capacidad de retención de nutrientes. La textura del suelo se determinó a partir de la proporción relativa de arena, limo y arcilla, permitiendo establecer la clase textural de cada horizonte, propiedad que influye directamente en procesos como la retención de agua, infiltración, aireación y manejo agronómico del suelo. Cabe señalar que no se dispuso de resultados de textura para los horizontes 1 y 2 del sector Quebrada Tinaja/Trojita, así como para el horizonte 1 del sector Río Negro, debido a que el laboratorio respondió que la cantidad de muestra entregada no fue suficiente para esos análisis.

La evaluación de las propiedades hídricas incluyó la determinación de la capacidad de campo a 0,3 bar (CC), el punto de marchitez permanente a 15 bar (PMP), la humedad aprovechable (HA) y la densidad aparente (Da). La capacidad de campo corresponde al contenido de agua retenida en el suelo posterior al drenaje gravitacional, representando la máxima cantidad de agua disponible para las plantas bajo condiciones normales. En contraste, el punto de marchitez permanente corresponde al contenido de humedad a partir del cual las plantas no son capaces de extraer agua desde el suelo.

A partir de ambos parámetros se estimó la humedad aprovechable, correspondiente al agua efectivamente disponible para el desarrollo vegetal. Asimismo, la densidad aparente permitió evaluar el grado de compactación y su relación con la porosidad del suelo, propiedades que condicionan procesos de infiltración, aireación y crecimiento radicular.

La caracterización química del extracto de saturación incluyó la determinación de la Relación de Adsorción de Sodio (RAS), junto con las concentraciones de calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y sodio (Na), expresadas tanto en meq/L como en mg/L, además del porcentaje de saturación de pasta (Tabla 2).

La RAS fue empleada como indicador del riesgo de sodificación, permitiendo evaluar el efecto relativo del sodio sobre la estructura y permeabilidad del suelo. Por su parte, las concentraciones de calcio, magnesio, potasio y sodio permiten determinar el equilibrio y disponibilidad de cationes presentes en la solución del suelo, elementos fundamentales para la fertilidad química y el desarrollo vegetal.

Finalmente, el porcentaje de saturación de pasta se utilizó para caracterizar el contenido de humedad de la pasta saturada empleada en los análisis de extracto, parámetro relevante para la interpretación de procesos asociados a salinidad y sodicidad.

Los resultados correspondientes a las muestras puntuales de salinidad, expresadas como conductividad eléctrica (dS/m), y los parámetros asociados a retención de humedad, se presentan en la Tabla 3.

Tabla 1. Resultados de Clase de Capacidad de Uso de Suelos (CCUS), retención de humedad y densidad aparente.

Punto	CCUS								Retención de humedad			Da
	pH (1:2,5)	CE (dS/m) (en extracto)	Materia orgánica (%)	CIC (meq/100)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase textural USDA	0.3 bar (Capacidad de Campo) %	15,0 bar (Punto de Marchitez Permanente) %	Humedad Aprovechable (peso) %	
SC07_C H1	7,0 Neutro	4,2 Mod.Salino	38,9 Muy Alto	62,7	45	40	15	Franca	81,8	55	26,8	0,84
SC07_C H2	7,7 Lig.Alcalino	9,5 Salino	10,6 Muy Alto	27,4	37	54	9	Fco.Limosa	42,4	21,1	21,3	0,2
SC07_C H3	6,3 Lig.Ácido	4,4 Mod.Salino	29,3 Muy Alto	58,9	73	18	9	Fco.Arenosa	68,1	55,6	12,5	0,26
SC07_C H4	7,8 Lig.Alcalino	5,0 Mod.Salino	4,3 Alto	11,8	51	30	19	Franca	22,8	8,7	14,1	1
SC08_CO H1	4,2 Fuert.Acido	11,4 Salino	21,3 Muy Alto	68,8	39	44	17	Franca	90,2	50,3	39,9	0,28
SC08_CO H2	4,1 Fuert.Acido	4,4 Mod.Salino	25,0 Muy Alto	61,4	45	36	19	Franca	97,1	47,7	49,4	0,25
SC08_CO H3	4,4 Fuert.Acido	5,3 Mod.Salino	29,7 Muy Alto	75,8	51	30	19	Franca	125	67,8	57,3	0,18
SC08_CO H4	4,9 Fuert.Acido	4,7 Mod.Salino	32,2 Muy Alto	78,2	39	44	17	Franca	118	61,5	56,8	0,3
SC08_CO H5	5,0 Ácido	4,3 Mod.Salino	32,5 Muy Alto	107	45	42	13	Franca	118	68,7	48,8	0,12
SC10_LL H1	8,1 Alcalino	13,8 Salino	5,5 Alto	15,9	53	37	10	Fco.Arenosa	44,4	27	17,4	0,8
SC10_LL H2	8,0 Alcalino	8,1 Salino	4,4 Alto	21,4	52	38	10	Franca	41,3	15,1	26,2	0,8
SC10_LL H3	7,8 Lig.Alcalino	5,9 Mod.Salino	2,1 Medio	11,9	60	30	10	Fco.Arenosa	25,1	8,3	16,8	1,3
SC10_LL H4	8,2 Alcalino	4,2 Mod.Salino	0,58 Bajo	9,7	69	17	14	Fco.Arenosa	17,6	7,4	10,2	1,46

Punto	CCUS							Clase textural USDA	Retención de humedad			Da Densidad aparente (g/cc)
	pH (1:2,5)	CE (dS/m) (en extracto)	Materia orgánica (%)	CIC (meq/100)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)		0,3 bar (Capacidad de Campo) %	15,0 bar (Punto de Marchitez Permanente) %	Humedad Aprovechable (peso) %	
SC03_O H1	8,4 Alcalino	11,7 Salino	8,8 Muy Alto	31,9	50	40	10	Franca	71	33,2	37,8	0,34
SC03_O H2	8,2 Alcalino	8,5 Salino	3,6 Alto	13,1	65	25	10	Fco.Arenosa	31,5	12,5	19	0,34
SC03_O H3	8,3 Alcalino	9,1 Salino	5,0 Alto	17,5	53	35	12	Fco.Arenosa	43,9	15	28,9	0,19
SC03_O H4	7,9 Lig.Alcalino	6,9 Mod.Salino	4,1 Alto	11,1	79	11	10	Fco.Arenosa	16	9,3	6,7	0,29
SC04_L H1	3,8 Fuert.Acido	7,6 Mod.Salino	19,0 Muy Alto	43,4	65	23	12	Fco.Arenosa	44,9	27	17,9	0,43
SC04_L H2	4,5 Fuert.Acido	7,5 Mod.Salino	14,8 Muy Alto	33	75	15	10	Fco.Arenosa	39,8	23,3	16,5	0,73
SC04_L H3	8,0 Alcalino	11,0 Salino	12,5 Muy Alto	46,1	39	49	12	Franca	78,9	47,1	31,8	0,9
SC04_L H4	7,7 Lig.Alcalino	6,9 Mod.Salino	15,2 Muy Alto	49,4	38	46	16	Franca	93,3	60,1	33,2	1,39
SC04_L H5	5,5 Acido	3,6 Lev.Salino	52,5 Muy Alto	113	49	39	12	Franca	124	91,1	32,4	0,45
SC04_L H6	6,9 Neutro	6,4 Mod.Salino	13,4 Muy Alto	32,2	48	28	24	Franca	85,3	46,1	39,2	0,67
SC01_P H1	7,9 Lig.Alcalino	82,1 Fuert.Salino	12,0 Muy Alto	39,4	48	34	18	Franca	68,5	33,5	35	0,26
SC01_P H2	6,0 Lig.Acido	27,4 Fuert.Salino	16,1 Muy Alto	64	47	35	18	Franca	105	75,5	29	0,26
SC01_P H3	6,6 Neutro	17,5 Fuert.Salino	5,1 Alto	20,2	49	16	35	Fco.Arc.Arenosa	27,2	15	12,3	1,34
SC02_P H1	8,2 Alcalino	36,1 Fuert.Salino	13,2 Muy Alto	46,1	45	26	29	Fco.Arcillosa	78,8	33,5	45,3	0,35

Punto	CCUS							Clase textural USDA	Retención de humedad			Da Densidad aparente (g/cc)
	pH (1:2,5)	CE (dS/m) (en extracto)	Materia orgánica (%)	CIC (meq/100)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)		0,3 bar (Capacidad de Campo) %	15,0 bar (Punto de Marchitez Permanente) %	Humedad Aprovechable (peso) %	
SC02_P H2	7,3 Neutro	23,3 Fuert.Salino	30,7 Muy Alto	83	41	34	25	Franca	99,2	66,1	33,1	0,3
SC02_P H3	7,9 Lig.Alcalino	12,9 Salino	1,2 Bajo	4,3	73	16	11	Fco.Arenosa	11	3,6	7,4	1,25
SC13_PP H1	8,1 Alcalino	15,8 Salino	30,4 Muy Alto	62,4	61	22	17	Fco.Arenosa	147	105	41,1	0,28
SC13_PP H2	7,2 Neutro	13,3 Salino	30,1 Muy Alto	63,6	59	26	15	Fco.Arenosa	118	81,9	36,2	0,27
SC13_PP H3	7,8 Lig.Alcalino	8,3 Salino	4,7 Alto	13,3	73	12	15	Fco.Arenosa	71,3	25,1	46,2	1,43
SC09_A H1	7,7 Lig.Alcalino	16,2 Fuert.Salino	11,2 Muy Alto	33	41	38	21	Franca	38,5	26,8	11,7	0,88
SC09_A H2	7,8 Lig.Alcalino	6,4 Mod.Salino	4,6 Alto	20,4	39	49	12	Franca	26,1	13,2	12,9	0,93
SC09_A H3	7,7 Lig.Alcalino	6,3 Mod.Salino	7,6 Alto	27,6	31	35	34	Fco.Arcillosa	31	16,8	14,3	0,71
SC09_A H4	7,7 Lig.Alcalino	6,2 Mod.Salino	2,7 Medio	14,1	51	33	16	Franca	17,9	9,35	8,55	1,12
SC09_A H5	7,6 Lig.Alcalino	5,7 Mod.Salino	1,6 Bajo	11,3	50	38	12	Franca	17,2	6,8	10,4	1,1
SC06_N H1	7,1 Neutro	1,6 Sin Problema	54,7 Muy Alto	90,7					152	122	30,4	0,05
SC11_T H1	6,4 Lig.Acido	3,7 Lev.Salino	14,3 Muy Alto	87,6					65,5	49,7	15,8	0,57
SC11_T H2	5,8 Lig.Acido	3,4 Lev.Salino	15,0 Muy Alto	77,1					69,7	55,2	14,5	0,16
SC11_T H3	5,7 Lig.Acido	2,6 Lev.Salino	6,9 Alto	22,6	59	21	20	Fco.Arenosa	29,9	12,4	17,5	1,22

Punto	CCUS							Clase textural USDA	Retención de humedad			Da Densidad aparente (g/cc)
	pH (1:2,5)	CE (dS/m) (en extracto)	Materia orgánica (%)	CIC (meq/100)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)		0,3 bar (Capacidad de Campo) %	15,0 bar (Punto de Marchitez Permanente) %	Humedad Aprovechable (peso) %	
SC11_T H4	4,7 Fuert.Acido	2,7 Lev.Salino	9,4 Muy Alto	26,1	60	20	20	Fco.Arenosa	27,7	14,5	13,2	1
SC11_T H5	4,2 Fuert.Acido	3,8 Lev.Salino	11,1 Muy Alto	36,3	62	18	20	Fco.Arenosa	42,7	22,1	20,6	0,67
SC12_TO H1	6,8 Neutro	3,6 Lev.Salino	11,5 Muy Alto	34,6	62	24	14	Fco.Arenosa	39,8	22,1	17,7	0,66
SC12_TO H2	6,5 Neutro	1,4 Sin Problema	7,8 Alto	33,8	59	19	22	Fco.Arc.Arenosa	39	23,1	15,9	0,74
SC12_TO H3	6,4 Lig.Acido	1,00 Sin Problema	3,3 Medio	18,9	66	16	18	Fco.Arenosa	19,8	10,1	9,7	1,24
SC12_TO H4	6,0 Lig.Acido	0,94 Sin Problema	12,5 Muy Alto	58,7	60	24	16	Fco.Arenosa	59,4	39,8	19,6	0,33
SC16_V H1	8,3 Alcalino	5,8 Mod.Salino	3,0 Medio	17,8	63	13	24	Fco.Arc.Arenosa	18,8	9,7	9,05	1,08
SC16_V H2	8,7 Fuert.Alcalino	1,8 Sin Problema	1,2 Bajo	16,3	63	11	26	Fco.Arc.Arenosa	15,9	8,3	7,6	1,59
SC16_V H3	8,5 Fuert.Alcalino	1,6 Sin Problema	1,4 Bajo	15,9	75	7	18	Fco.Arenosa	12,8	7,1	5,65	1,38
SC16_PL H1	7,6 Lig.Alcalino	1,6 Sin Problema	0,97 Bajo	7,1	83	5	12	Areno Francosa	7,6	4,35	3,25	1,26
SC16_PL H2	6,6 Neutro	1,6 Sin Problema	2,6 Medio	11,3	65	19	16	Fco.Arenosa	16,9	9	7,9	1,23
SC16_PL H3	7,6 Lig.Alcalino	0,67 Sin problema	0,58 Bajo	6,1	79	8	13	Fco.Arenosa	7,5	3,85	3,65	1,18

Tabla 2. Resultados de relación de adsorción de sodio (RAS).

Punto	RAS									
	RAS	Ca (meq/l)	Mg (meq/l)	K (meq/l)	Na (meq/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	K (mg/l)	Na (mg/l)	% Saturación Pasta
SC07_C H1	0,7	28,9	8,3	0,3	3,2	578,0	101,0	11,0	74,0	202,0
SC07_C H2	4,4	48,9	23,6	1,0	26,3	978,0	287,0	39,0	605,0	75,0
SC07_C H3	1,1	30,9	11,3	0,3	4,9	618,0	137,0	10,0	113,0	170,0
SC07_C H4	1,5	35,0	8,9	0,3	6,9	700,0	108,0	11,0	159,0	47,0
SC08_CO H1	5,9	31,9	25,9	4,8	31,9	638,0	315,0	188,0	734,0	198,0
SC08_CO H2	2,2	22,5	11,5	1,6	9,0	450,0	140,0	63,0	207,0	176,0
SC08_CO H3	2,1	30,7	11,7	1,5	9,8	614,0	142,0	59,0	225,0	180,0
SC08_CO H4	1,4	30,2	12,1	1,1	6,5	604,0	147,0	43,0	150,0	243,0
SC08_CO H5	1,2	28,2	10,2	0,7	5,2	564,0	124,0	29,0	120,0	339,0
SC10_LL H1	12,0	49,9	16,3	6,0	71,0	998,0	198,0	235,0	1.633,0	88,0
SC10_LL H2	5,4	42,8	9,2	2,6	27,3	856,0	112,0	102,0	628,0	85,0
SC10_LL H3	3,7	38,5	4,9	1,8	17,4	770,0	60,0	70,0	400,0	54,0
SC10_LL H4	2,9	26,5	3,2	1,2	11,2	530,0	39,0	47,0	258,0	31,0
SC03_O H1	13,0	37,3	16,0	7,0	67,7	746,0	194,0	274,0	1.557,0	141,0
SC03_O H2	9,2	31,4	12,5	4,4	43,2	628,0	152,0	172,0	994,0	68,0
SC03_O H3	9,6	34,5	10,4	4,1	45,4	690,0	126,0	160,0	1.044,0	88,0

Punto	RAS									
	RAS	Ca (meq/l)	Mg (meq/l)	K (meq/l)	Na (meq/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	K (mg/l)	Na (mg/l)	% Saturación Pasta
SC03_O H4	8,1	23,5	11,9	2,8	34,1	470,0	145,0	109,0	784,0	58,0
SC04_L H1	5,6	28,1	19,4	1,9	27,4	562,0	236,0	74,0	630,0	179,0
SC04_L H2	6,6	27,3	16,7	2,2	30,8	546,0	203,0	86,0	708,0	94,0
SC04_L H3	11,0	37,6	14,4	6,9	57,8	752,0	175,0	270,0	1.329,0	158,0
SC04_L H4	6,3	30,4	9,9	2,7	28,1	608,0	120,0	106,0	646,0	182,0
SC04_L H5	1,7	25,3	6,7	0,6	6,7	506,0	81,0	22,0	154,0	444,0
SC04_L H6	1,8	45,4	8,6	1,2	9,6	908,0	104,0	47,0	221,0	110,0
SC01_P H1	102,0	72,6	23,2	28,8	706,0	1.452,0	282,0	1.126,0	16.238,0	103,0
SC01_P H2	37,0	45,3	16,6	11,9	206,0	906,0	202,0	465,0	4.738,0	204,0
SC01_P H3	25,0	36,5	12,4	8,6	126,0	730,0	151,0	336,0	2.898,0	61,0
SC02_P H1	44,0	55,3	21,4	14,7	271,0	1.106,0	260,0	575,0	6.233,0	99,0
SC02_P H2	30,0	44,2	19,4	9,2	167,0	884,0	236,0	360,0	3.841,0	234,0
SC02_P H3	17,0	35,3	12,5	3,8	82,3	706,0	152,0	149,0	1.893,0	42,0
SC13_PP H1	28,0	17,3	14,0	8,8	110,0	346,0	170,0	344,0	2.530,0	309,0
SC13_PP H2	22,0	18,8	14,3	5,5	90,0	376,0	174,0	215,0	2.070,0	240,0
SC13_PP H3	17,0	11,4	7,8	2,6	53,4	228,0	95,0	102,0	1.228,0	96,0
SC09_A H1	7,3	71,5	24,9	11,2	50,6	1.430,0	303,0	438,0	1.164,0	89,0

Punto	RAS									
	RAS	Ca (meq/l)	Mg (meq/l)	K (meq/l)	Na (meq/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	K (mg/l)	Na (mg/l)	% Saturación Pasta
SC09_A H2	3,6	36,9	9,8	0,7	17,5	738,0	119,0	28,0	403,0	63,0
SC09_A H3	3,0	40,2	8,9	0,2	14,7	804,0	108,0	9,0	338,0	72,0
SC09_A H4	2,4	40,8	12,0	0,3	12,1	816,0	146,0	11,0	278,0	45,0
SC09_A H5	2,4	36,1	10,3	0,2	11,6	722,0	125,0	8,0	267,0	43,0
SC06_N H1	2,0	6,5	1,7	2,7	4,1	130,0	21,0	106,0	94,0	464,0
SC11_T H1	1,6	24,9	7,0	0,3	6,4	498,0	85,0	11,0	147,0	148,0
SC11_T H2	1,2	23,0	6,9	0,7	4,8	460,0	84,0	26,0	110,0	137,0
SC11_T H3	0,8	18,3	6,1	0,4	2,7	366,0	74,0	16,0	62,0	58,0
SC11_T H4	0,8	17,7	6,4	0,4	2,7	354,0	78,0	15,0	62,0	67,0
SC11_T H5	0,8	25,7	9,8	0,6	3,3	514,0	119,0	24,0	76,0	71,0
SC12_TO H1	3,2	17,3	7,0	1,8	11,1	346,0	85,0	70,0	255,0	98,0
SC12_TO H2	1,8	8,4	2,5	0,2	4,1	168,0	30,0	6,0	94,0	81,0
SC12_TO H3	1,7	5,5	1,9	0,2	3,2	110,0	23,0	8,0	74,0	41,0
SC12_TO H4	1,8	5,1	1,7	0,3	3,4	102,0	21,0	11,0	78,0	146,0
SC16_V H1	6,9	20,4	11,1	0,7	27,3	408,0	135,0	27,0	628,0	44,0
SC16_V H2	3,6	7,9	3,5	0,2	8,7	158,0	43,0	7,0	200,0	35,0
SC16_V H3	3,3	7,1	2,7	0,2	7,3	142,0	33,0	7,0	168,0	32,0

Punto	RAS									
	RAS	Ca (meq/l)	Mg (meq/l)	K (meq/l)	Na (meq/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	K (mg/l)	Na (mg/l)	% Saturación Pasta
SC16_PL H1	1,6	8,7	2,6	1,3	3,7	174,0	32,0	51,0	85,0	35,0
SC16_PL H2	1,5	8,6	3,0	1,1	3,7	172,0	36,0	43,0	85,0	51,0
SC16_PL H3	1,6	2,4	0,8	0,4	2,0	48,0	10,0	17,0	46,0	33,0

Tabla 3. Resultados de salinidad y humedad aprovechable de muestras aledañas a calicatas.

Punto	CE (dS/m) (en suspensión)	0.3 bar (Capacidad de Campo) %	15,0 bar (Punto de Marchitez Permanente) %	Humedad Aprovechable (peso) %
SHS07_C Quebrada Ciénaga	6,40	38,60	13,90	24,70
SHS08_CO El Colorado	3,00	74,50	39,20	35,30
SHS10_LL Salar La Laguna	2,70	25,30	11,10	14,20
SHS03_O La Ola	11,20	89,70	54,20	35,50
SHS04 Quebrada de Leoncito	11,00	101,40	62,30	39,10
SHS01_P Salar de Pedernales	38,00	34,00	15,60	18,40
SHS02_P Salar de Pedernales	13,00	123,60	75,60	48,00
SHS13_PP Salar Piedra Parada	4,90	112,50	71,40	41,10
SHS09_S Quebrada Asiento	2,00	35,40	15,00	20,40
SHS06_N Quebrada Río Negro	2,00	336,80	168,00	168,80
SHS11_T Quebrada Tinaja- Trojita	1,90	41,20	16,40	24,80
SHS12_12 Quebrada Tordillos	0,35	44,20	21,00	23,20
SHS16_V Quebrada Vertientes 2	0,55	18,30	9,25	9,05
SHS15_15 Pastos Largos	2,10	11,60	5,90	5,70