



**Anexo 5. Análisis estadístico de la vitalidad vegetal**

**PSAB Proyecto Cambios y mejoras de la Operación  
Minera en el Salar de Atacama  
Región de Antofagasta**

**GERENCIA DE MEDIO AMBIENTE  
SQM SALAR SpA  
Septiembre 2025**



## **Anexo 5. Análisis estadístico de la vitalidad vegetal**

Informe anual de contenido de humedad del suelo 2024

PSAB Proyecto Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama

Área de Análisis de Gestión de la Información Ambiental		
Elaborado	Revisado	Aprueba
Evelin Quilarque	Anaysa Elgueta Ismael Aracena Martín Vatter	Ismael Aracena
Fecha: 27/07/2025	Fecha: 26/09/2025	Fecha: 29/09/2025



## Índice

1	Resultados del modelo MANOVA y regresiones lineales	1
---	---	---

## Índice de Figuras

Figura 1.1. Resultados del modelo MANOVA y análisis de varianza (ANOVA) por categoría de vitalidad vegetal	2
Figura 2.1. Resultados de los modelos lineales por categoría de vitalidad vegetal	3



## **1 Resultados del modelo MANOVA y regresiones lineales**

Se aplicó una prueba MANOVA para evaluar el efecto conjunto de CHS y profundidad de napa sobre las proporciones anuales de categorías de vigor. Posteriormente, se realizaron modelos lineales individuales para cada categoría, a fin de identificar las relaciones específicas (Figura 1.1).



**Figura 1.1.** Resultados del modelo MANOVA y análisis de varianza (ANOVA) por categoría de vitalidad vegetal

```
> resultado_manova <- manova(modelo_multi)
> summary(resultado_manova, test = "Pillai")
      Df Pillai approx F num Df den Df    Pr(>F)
CHS_media  1 0.69762   6.9211     4    12 0.003964 **
Napa_media  1 0.84802  16.7389     4    12 7.504e-05 ***
Residuals 15
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> summary.aov(modelo_multi)
Response Prop_secos :
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
CHS_media  1 0.04706 0.047060  5.0342 0.04037 *
Napa_media  1 0.02881 0.028810  3.0820 0.09956 .
Residuals 15 0.14022 0.009348
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Response Prop_muy_debil :
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
CHS_media  1 0.045255 0.045255 14.5864 0.001676 **
Napa_media  1 0.021759 0.021759  7.0134 0.018254 *
Residuals 15 0.046538 0.003103
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Response Prop_debil :
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
CHS_media  1 0.007220 0.0072203  1.7506 0.2056
Napa_media  1 0.000071 0.0000706  0.0171 0.8976
Residuals 15 0.061867 0.0041245
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Response Prop_normal :
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
CHS_media  1 0.266029 0.266029 28.2322 8.681e-05 ***
Napa_media  1 0.009029 0.009029  0.9582  0.3432
Residuals 15 0.141343 0.009423
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Salida del modelo multivariado aplicado a las proporciones de individuos secos, muy débiles, débiles y normales en función de las variables CHS\_media y Napa\_media. Se presentan los valores de Pillai, F y significancia estadística para cada variable explicativa.



**Figura 2.1.** Resultados de los modelos lineales por categoría de vitalidad vegetal

```
> modelo_secos <- lm(Prop_secos ~ CHS_media + Napa_media, data = historico)
> summary(modelo_secos)

Call:
lm(formula = Prop_secos ~ CHS_media + Napa_media, data = historico)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.208986 -0.024776 -0.004821  0.026441  0.211048

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  -1.8591     1.5548  -1.196   0.2504
CHS_media     -0.8123     0.6495  -1.251   0.2302
Napa_media     0.8234     0.4690   1.756   0.0996 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.09669 on 15 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.3511,    Adjusted R-squared:  0.2646
F-statistic: 4.058 on 2 and 15 DF,  p-value: 0.03902

> modelo_muy_debil <- lm(Prop_muy_debil ~ CHS_media + Napa_media, data = historico)
> summary(modelo_muy_debil)

Call:
lm(formula = Prop_muy_debil ~ CHS_media + Napa_media, data = historico)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.109264 -0.024584 -0.001166  0.013402  0.117208

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   2.7744     0.8957   3.097 0.007357 **
CHS_media     -1.7185     0.3742  -4.593 0.000352 ***
Napa_media     -0.7156     0.2702  -2.648 0.018254 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.0557 on 15 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.5902,    Adjusted R-squared:  0.5355
F-statistic: 10.8 on 2 and 15 DF,  p-value: 0.001243
```



```
> modelo_debil <-lm(Prop_muy_debil ~ CHS_media + Napa_media, data = historico)
> summary(modelo_debil)
```

Call:

```
lm(formula = Prop_muy_debil ~ CHS_media + Napa_media, data = historico)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.109264	-0.024584	-0.001166	0.013402	0.117208

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	2.7744	0.8957	3.097	0.007357 **
CHS_media	-1.7185	0.3742	-4.593	0.000352 ***
Napa_media	-0.7156	0.2702	-2.648	0.018254 *

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.0557 on 15 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.5902, Adjusted R-squared: 0.5355

F-statistic: 10.8 on 2 and 15 DF, p-value: 0.001243

```
> modelo_normal <-lm(Prop_normal ~ CHS_media + Napa_media, data = historico)
> summary(modelo_normal)
```

Call:

```
lm(formula = Prop_normal ~ CHS_media + Napa_media, data = historico)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.22667	-0.03662	0.02438	0.04617	0.11555

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	0.9808	1.5610	0.628	0.53926
CHS_media	2.8374	0.6521	4.351	0.00057 ***
Napa_media	-0.4609	0.4709	-0.979	0.34317

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.09707 on 15 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.6606, Adjusted R-squared: 0.6153

F-statistic: 14.6 on 2 and 15 DF, p-value: 0.0003025



```
> modelo_vigorouso <-lm(Prop_vigorouso ~ CHS_media + Napa_media, data = historico)
> summary(modelo_vigorouso)
```

Call:

```
lm(formula = Prop_vigorouso ~ CHS_media + Napa_media, data = historico)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.028773	-0.016370	-0.003583	0.010315	0.036222

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-1.0082	0.3555	-2.836	0.0125 *
CHS_media	0.1822	0.1485	1.227	0.2388
Napa_media	0.3124	0.1072	2.913	0.0107 *

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.0221 on 15 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.3614, Adjusted R-squared: 0.2762

F-statistic: 4.244 on 2 and 15 DF, p-value: 0.03462

*Modelos de regresión lineal ajustados para las proporciones de individuos secos, muy débiles, débiles y normales en función de las variables CHS\_media y Napa\_media. Se presentan los coeficientes estimados, errores estándar, valores t y niveles de significancia.*