



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARÁ MI GRANDEZA

# UNIVERSIDAD DE SONORA

---

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA  
Y METALURGIA

**“REUTILIZAR EL AGUA RESIDUAL  
DOMÉSTICA EN HERMOSILLO, SONORA,  
MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE LAS  
VARIABLES PH, TURBIDEZ Y DENSIDAD”**

Tesis

Que para obtener el título de:

**INGENIERO QUÍMICO**

Presentan

**Efraín Armando Medina Acevedo  
Manuel Fernando Sau Chávez**

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

## **Agradecimientos.**

Agradecemos, por su apoyo continuo en el proceso de realización de esta tesis, al M.A. Manuel Balcázar Meza y a la M.C. Gerardina Nubes Ortiz, ya que fueron pieza clave para el éxito de ésta. Con apoyo de información, guía, material y espacio para el proceso experimental.

Aprovechamos para agradecer a la Universidad de Sonora, así como al Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia, y su grupo de docentes por el apoyo brindado y conocimientos transmitidos a lo largo de nuestra estadía en esta institución.

También agradecemos a nuestros padres por ser un pilar fundamental de la educación, no solo en el proceso de la vida, sino desde el inicio de nuestros estudios, hasta este final de carrera.

## Índice de contenido

Agradecimientos.....	ii
Índice de contenido.....	iii
Índice de figura.....	v
Resumen .....	xiv
Introducción.....	1
Motivación.....	2
Justificación.....	3
Objetivo general. ....	4
Objetivos específicos.....	4
Antecedentes.....	5
Clasificación de las aguas residuales.....	6
Aguas residuales urbanas.....	6
Aguas residuales industriales.....	6
Aguas residuales agrícolas.....	8
Descripción de los cuatro floculantes.....	9
Cloruro Férrico. ....	9
Riesgos a la salud. ....	9
Cloruro Ferroso. ....	10
Riesgos a la salud. ....	10
Sulfato Férrico. ....	12
Riesgos a la salud. ....	12
Sulfato Ferroso. ....	13
Riesgos a la salud. ....	14
Metodología.....	16
Metodología experimental.....	24
Resultados y discusión. ....	25
Sector I.....	25
Sector II. ....	30
Sector III.....	35
Sector IV.....	40
Sector V.....	45
Sector VI.....	49
Gráficas comparativas. ....	54
Cloruro Ferroso. ....	54
Cloruro Férrico.....	60

Sulfato Ferroso. ....	66
Sulfato Férrico .....	72
Promedios teoricos. ....	79
Promedio teórico del sector I.....	79
Promedio teórico del sector II. ....	80
Promedio teórico del sector III. ....	82
Promedio teórico del sector IV.....	83
Promedio teórico del sector V. ....	85
Promedio teórico del sector VI.....	86
Conclusiones y recomendaciones.....	88
Bibliografía.....	90
Apéndice de tablas.....	91

## Índice de figura

Figura 1: Cloruro férrico.....	10
Figura 2: Cloruro ferroso. ....	11
Figura 3: Sulfato férrico. ....	13
Figura 4: Sulfato ferroso. ....	15
Figura 5: Ciudad de Hermosillo dividida en 6 sectores. ....	17
Figura 6: Dirección de casa del sector I al noroeste de la ciudad. ....	18
Figura 7: Dirección de casa del sector II al noreste de la ciudad. ....	19
Figura 8: Dirección de casa del sector III al centro-oeste de la ciudad. ....	20
Figura 9: Dirección de casa del sector IV al centro-este de la ciudad. ....	21
Figura 10: Dirección de casa del sector V al suroeste de la ciudad. ....	22
Figura 11: Dirección de casa del sector VI al sureste de la ciudad. ....	23
Figura 12 Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro ferroso (sector I). ....	25
Figura 13: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro ferroso (sector I). ....	25
Figura 14: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro ferroso (sector I). ....	26
Figura 15: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro férrico (sector I). ....	26
Figura 16: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro férrico (sector I). ....	27
Figura 17: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro férrico (sector I). ....	27
Figura 18: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato ferroso (sector I).....	27
Figura 19: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato ferroso (sector I).....	28
Figura 20: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato ferroso (sector I).....	28
Figura 21: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato férrico (sector I).....	28
Figura 22: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato férrico (sector I).....	29
Figura 23: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato férrico (sector I).....	29
Figura 24: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro ferroso (sector II). ....	30
Figura 25: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro ferroso (sector II) ....	30
Figura 26: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro ferroso (sector II). ....	31
Figura 27: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro férrico (sector II) ....	31
Figura 28: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro férrico (sector II) ....	32
Figura 29: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro férrico (sector II). ....	32

Figura 30: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato ferroso (sector II).....	32
Figura 31: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato ferroso (sector II).....	33
Figura 32: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato ferroso (sector II).....	33
Figura 33: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato férrico (sector II).....	33
Figura 34: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato férrico (sector II).....	34
Figura 35: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato férrico (sector II).....	34
Figura 36: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro ferroso (sector III).....	35
Figura 37: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro ferroso (sector III).....	35
Figura 38: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro ferroso (sector III).....	36
Figura 39: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro férrico (sector III).....	36
Figura 40: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro férrico (sector III).....	37
Figura 41: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro férrico (sector III).....	37
Figura 42: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato ferroso (sector III).....	37
Figura 43: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato ferroso (sector III).....	38
Figura 44: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato ferroso (sector III).....	38
Figura 45: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato férrico (sector III).....	38
Figura 46: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato férrico (sector III).....	39
Figura 47: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato férrico (sector III).....	39
Figura 48: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro ferroso (sector IV).....	40
Figura 49: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro ferroso (sector IV).....	40
Figura 50: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro ferroso (sector IV).....	41
Figura 51: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro férrico (sector IV).....	41
Figura 52: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro férrico (sector IV).....	42
Figura 53: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro férrico (sector IV).....	42
Figura 54: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato ferroso (sector IV).....	42

Figura 55: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato ferroso (sector IV). .....	43
Figura 56: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato ferroso (sector IV). .....	43
Figura 57: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato férrico (sector IV). .....	43
Figura 58: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato férrico (sector IV). .....	44
Figura 59: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato férrico (sector IV) .....	44
Figura 60: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro ferroso (sector V). .....	45
Figura 61: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro ferroso (sector V) .....	45
Figura 62: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro ferroso (sector V). .....	46
Figura 63: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro férrico (sector V). .....	46
Figura 64: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro férrico (sector V). .....	46
Figura 65: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro férrico (sector V). .....	47
Figura 66: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato ferroso (sector V). .....	47
Figura 67: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato ferroso (sector V). .....	47
Figura 68: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato ferroso (sector V). .....	48
Figura 69: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato férrico (sector V). .....	48
Figura 70: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato férrico (sector V). .....	48
Figura 71: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato férrico (sector V). .....	49
Figura 72: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro ferroso (sector VI). .....	49
Figura 73: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro ferroso (sector VI) .....	50
Figura 74: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro ferroso (sector VI). .....	50
Figura 75: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro férrico (sector VI). .....	50
Figura 76: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro férrico (sector VI). .....	51
Figura 77: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro férrico (sector VI). .....	51
Figura 78: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato ferroso (sector VI). .....	51
Figura 79: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato ferroso (sector VI). .....	52

Figura 80: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato ferroso (sector VI). .....	52
Figura 81: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato férrico (sector VI). .....	52
Figura 82: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato férrico (sector VI). .....	53
Figura 83: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato férrico (sector VI). .....	53
Figura 84: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro ferroso en agua de lavadora (todos los sectores).....	54
Figura 85: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro ferroso en agua de lavadora (todos los sectores). .....	55
Figura 86: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro ferroso en agua de lavadora (todos los sectores).....	55
Figura 87: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro ferroso en agua de lavamanos (todos los sectores). .....	56
Figura 88: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro ferroso en agua de lavamanos (todos los sectores).....	56
Figura 89: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro ferroso en agua de lavamanos (todos los sectores). .....	57
Figura 90: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro ferroso en agua de lavaplatos (todos los sectores). .....	57
Figura 91: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro ferroso en agua de lavaplatos (todos los sectores).....	58
Figura 92: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro ferroso en agua de lavaplatos (todos los sectores). .....	58
Figura 93: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro ferroso en agua de regadera (todos los sectores). .....	59
Figura 94: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro ferroso en agua de regadera (todos los sectores). .....	59
Figura 95: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro ferroso en agua de regadera (todos los sectores).....	60
Figura 96: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro férrico en agua de lavadora (todos los sectores).....	60
Figura 97: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro férrico en agua de lavadora (todos los sectores).....	61
Figura 98: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro férrico en agua de lavadora (todos los sectores).....	61
Figura 99: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro férrico en agua de lavamanos (todos los sectores). .....	62
Figura 100: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro férrico en agua de lavamanos (todos los sectores).....	62

Figura 101: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro férrico en agua de lavamanos (todos los sectores).....	63
Figura 102: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro férrico en agua de lavaplatos (todos los sectores).....	63
Figura 103: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro férrico en agua de lavaplatos (todos los sectores).....	64
Figura 104: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro férrico en agua de lavaplatos (todos los sectores).....	64
Figura 105: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro férrico en agua de regadera (todos los sectores).....	65
Figura 106: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro férrico en agua de regadera (todos los sectores).....	65
Figura 107: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro férrico en agua de regadera (todos los sectores).....	66
Figura 108: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato ferroso en agua de lavadora (todos los sectores).....	66
Figura 109: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato ferroso en agua de lavadora (todos los sectores).....	67
Figura 110: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato ferroso en agua de lavadora (todos los sectores).....	67
Figura 111: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato ferroso en agua de lavamanos (todos los sectores).....	68
Figura 112: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato ferroso en agua de lavamanos (todos los sectores).....	68
Figura 113: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato ferroso en agua de lavamanos (todos los sectores).....	69
Figura 114: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato ferroso en agua de lavaplatos (todos los sectores).....	69
Figura 115: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato ferroso en agua de lavaplatos (todos los sectores).....	70
Figura 116: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato ferroso en agua de lavaplatos (todos los sectores).....	70
Figura 117: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato ferroso en agua de regadera (todos los sectores).....	71
Figura 118: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato ferroso en agua de regadera (todos los sectores).....	71

Figura 119: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato ferroso en agua de regadera (todos los sectores).....	72
Figura 120: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato férrico en agua de lavadora (todos los sectores).....	72
Figura 121: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato férrico en agua de lavadora (todos los sectores).....	73
Figura 122: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato férrico en agua de lavadora (todos los sectores).....	73
Figura 123: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato férrico en agua de lavamanos (todos los sectores).....	74
Figura 124: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato férrico en agua de lavamanos (todos los sectores).....	74
Figura 125: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato férrico en agua de lavamanos (todos los sectores).....	75
Figura 126: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato férrico en agua de lavaplatos (todos los sectores).....	75
Figura 127: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato férrico en agua de lavaplatos (todos los sectores).....	76
Figura 128: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato férrico en agua de lavaplatos (todos los sectores).....	76
Figura 129: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato férrico en agua de regadera (todos los sectores).....	77
Figura 130: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato férrico en agua de regadera (todos los sectores).....	77
Figura 131: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato férrico en agua de regadera (todos los sectores).....	78
Figura 132: Efecto de la concentración sobre el pH de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector I.....	79
Figura 133: Efecto de la concentración sobre la densidad de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector I.....	79
Figura 134: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector I.....	80
Figura 135: Efecto de la concentración sobre el pH de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector II.....	80
Figura 136: Efecto de la concentración sobre la densidad de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector II.....	81

Figura 137: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector II. ....	81
Figura 138: Efecto de la concentración sobre el pH de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector III. ....	82
Figura 139: Efecto de la concentración sobre la densidad de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector III. ....	82
Figura 140: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector III. ....	83
Figura 141: Efecto de la concentración sobre el pH de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector IV. ....	83
Figura 142: Efecto de la concentración sobre la densidad de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector IV. ....	84
Figura 143: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector IV. ....	84
Figura 144: Efecto de la concentración sobre el pH de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector V. ....	85
Figura 145: Efecto de la concentración sobre la densidad de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector V. ....	85
Figura 146: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector V. ....	86
Figura 147: Efecto de la concentración sobre el pH de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector VI. ....	86
Figura 148: Efecto de la concentración sobre la densidad de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector VI. ....	87
Figura 149: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector VI. ....	87

## Índice de tablas.

Tabla 1: Metodología de investigación. ....	16
Tabla 2: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavadora en el sector I, con análisis de muestra original, [pH=9.05], [ρ=0.9947] y [T=189.3]. ....	91
Tabla 3: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavamanos en el sector I, con análisis de muestra original, [pH=7.24], [ρ=0.9081] y [T=108.45]. ....	91
Tabla 4: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavaplatos en el sector I, con análisis de muestra original, [pH=6.47], [ρ=0.9887] y [T=148.41]. ....	92
Tabla 5: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de regadera en el sector I, con análisis de muestra original, [pH=7.81], [ρ=0.9801] y [T=598.2]. ....	92
Tabla 6: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavadora en el sector II, con análisis de muestra original, [pH=9.15], [ρ=0.9942] y [T=231]. ....	93
Tabla 7: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavamanos en el sector II, con análisis de muestra original, [pH=7.08], [ρ=0.9907] y [T=82.5]. ....	93
Tabla 8: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavaplatos en el sector II, con análisis de muestra original, [pH=7.8], [ρ=0.987] y [T=273.75]. ....	94
Tabla 9: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de regadera en el sector II, con análisis de muestra original, [pH=7.74], [ρ=0.9881] y [T=231]. ....	94
Tabla 10: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavadora en el sector III, con análisis de muestra original, [pH=10.21], [ρ=0.992] y [T=390]. ....	95
Tabla 11: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavamanos en el sector III, con análisis de muestra original, [pH=7.15], [ρ=0.9012] y [T=41.25]. ....	95
Tabla 12: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavaplatos en el sector III, con análisis de muestra original, [pH=6.23], [ρ=0.9989] y [T=138.75]. ....	96
Tabla 13: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de regadera en el sector III, con análisis de muestra original, [pH=7.56], [ρ=0.9867] y [T=317.4]. ....	96
Tabla 14: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavadora en el sector IV, con análisis de muestra original, [pH=8.6], [ρ=0.9799] y [T=840]. ....	97
Tabla 15: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavamanos en el sector IV, con análisis de muestra original, [pH=7.5], [ρ=0.9933] y [T=5025]. ....	97
Tabla 16: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavaplatos en el sector IV, con análisis de muestra original, [pH=5.55], [ρ=0.9777] y [T=660.82]. ....	98

Tabla 17: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de regadera en el sector IV, con análisis de muestra original, [pH=7], [ρ=0.9903] y [T=390].	98
Tabla 18: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavadora en el sector V, con análisis de muestra original, [pH=9], [ρ=0.9891] y [T=148.5].	99
Tabla 19: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavamanos en el sector V, con análisis de muestra original, [pH=6.54], [ρ=0.9861] y [T=52.5].	99
Tabla 20: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavaplatos en el sector V, con análisis de muestra original, [pH=6.15], [ρ=0.9862] y [T=75].	100
Tabla 21: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de regadera en el sector V, con análisis de muestra original, [pH=8.2], [ρ=0.9908] y [T=738].	100
Tabla 22: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavadora en el sector VI, con análisis de muestra original, [pH=6.9], [ρ=0.9923] y [T=745.5].	101
Tabla 23: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavamanos en el sector VI, con análisis de muestra original, [pH=7.32], [ρ=0.9910] y [T=60].	101
Tabla 24: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavaplatos en el sector VI, con análisis de muestra original, [pH=7.4], [ρ=0.9894] y [T=322.5].	102
Tabla 25: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de regadera en el sector VI, con análisis de muestra original, [pH=6.37], [ρ=0.9943] y [T=2317].	102

## **Resumen**

En esta investigación se reportan las propiedades de aguas residuales jabonosas domésticas después de un tratamiento con floculantes, los cuales ayudan a disminuir la concentración de impurezas. Se utilizaron cuatro tipos de floculantes, cloruro ferroso, cloruro férrico, sulfato ferroso y sulfato férrico, que se someten a reacción, sedimentación y decantación.

Las variables medidas y de importancia para esta tesis son el pH, la densidad y la turbidez, las cuales nos ayudarán a seleccionar la mejor opción para tratamiento de aguas domésticas en Hermosillo, Sonora.

## **Introducción**

Desde el momento en que aparecieron las primeras poblaciones estables, la eliminación de los residuos ha constituido un problema primordial para las sociedades humanas, ya que surgió la necesidad de deshacerse tanto de los desechos biológicos humanos como de los restos de alimentación. El mundo ha venido observando con inquietud, analizando y tratando de resolver una serie de problemas relacionados con la disposición de los residuos líquidos procedentes del uso doméstico, agrícola e industrial.

Las masas receptoras, es decir, ríos y corrientes subterráneas, lagos, estuarios y el mar, en la mayoría de las ocasiones, especialmente en las zonas más densamente pobladas y desarrolladas, han sido incapaces, por sí mismas, para absorber y neutralizar la contaminación ocasionada por tales residuos. De esta forma, han venido perdiendo sus condiciones naturales de apariencia física y su capacidad para sustentar una vida acuática adecuada, que responde al equilibrio ecológico que de ellas se espera para preservar nuestras masas hídricas.

Los problemas causados no son sólo de índole física o estética, sino que trascienden al campo de la sanidad, ya que las comunidades humanas necesitan recurrir a diversos recursos de agua superficiales para su abastecimiento de agua de bebida, y si éstos están contaminados con los productos de desecho humanos o industriales, pueden dar lugar a problemas epidemiológicos graves.

Es evidente que la contaminación está disminuyendo la calidad del agua en muchas partes del mundo. Con este progresivo deterioro, el uso de técnicas y modelos para predecir la conducta de los organismos indicadores de la calidad del agua ha llegado a ser cada vez más importante.

Debido a lo anterior, las aguas residuales, antes de ser vertidas en las masas receptoras, deben recibir un tratamiento adecuado según su composición,

capaz de modificar sus condiciones físicas, químicas y microbiológicas, hasta evitar que se provoquen los problemas enunciados de polución y de contaminación de las aguas receptoras.

La eliminación de las aguas residuales no es el único problema a considerar, ya que, al ser el agua un bien escaso, que cada día se necesita en mayores cantidades, es cada vez más imprescindible la reutilización de los recursos hídricos disponibles para poder satisfacer las necesidades humanas.

Las aguas residuales se pueden definir como aquellas que, por uso del hombre, representan un peligro y deben ser desechadas, porque contienen gran cantidad de sustancias y/o microorganismos.

## **Motivación**

Debido a la escasez de agua ocasionada por la ausencia de lluvias, abatimiento del acuífero, secciones de red de distribución colapsada, localización de viviendas con falta de tubería, se hace necesario buscar alternativas para fomentar el buen uso del agua que incluyan, entre otras acciones, el reciclaje de las aguas residuales domésticas producidas por los servicios en el lavado de utensilio de cocina, lava manos, para baño corporal, lavadora o lavadero, excluyendo las aguas del servicio sanitario.

Por lo tanto, deseamos saber, cuál de los cuatro floculantes (sulfato ferroso, sulfato férrico, cloruro ferroso y cloruro férrico) con los que trabajaremos es el indicado para reciclar nuestra propia agua.

## **Justificación.**

El presente trabajo nace por la necesidad que la ciudad de Hermosillo tiene de abastecerse regularmente de agua potable suficiente y de buena calidad, Sonora es un estado ubicado en una zona semidesértica y desértica la mayor parte de su territorio, principalmente la región central, occidental y costera, además se presentan de manera cíclica grandes periodos de sequía (ausencia de lluvias) representado precipitaciones anuales muy por debajo de los requerimientos de una ciudad con alrededor de un millón de habitantes. El Estado de Sonora tiene cuatro grandes zonas agrícolas que son la costa de Caborca, costa de Hermosillo, región de Guaymas y región de Ciudad Obregón, las cuales, en la mayoría de las veces utiliza agua para riego de la extracción de agua subterránea, que en la actualidad de obtiene a grandes profundidades implicando esto un gran costo en la energía y además que varios pozos se han salinizado, lo que implica la cancelación de gran parte de los mismos. Lo anterior implica que el acuífero (aguas subterráneas) se esté agotando debida a que la recarga en la mayor parte del estado es menor a la extracción, y si bien es cierto que existe un número considerable de presas en el estado, es mayor el tiempo durante el cual su capacidad es menor a la requerida y además existe por las altas temperaturas gran evaporación de ellas. Las sequías a veces se presentan por largos periodos de tiempo y son cíclicas cada diez o quince años. Lo que implica que la escasez de agua cada día es más grave además que, en ciudades como Hermosillo el sistema de la red de agua potable en gran parte se encuentra colapsada existiendo grandes fugas de agua, lo que implica que de por cada cantidad que se inyecta a la red se desperdicia hasta un 30% (Comisión Nacional del Agua 2016).

Por todo lo anterior y considerando además que los ciudadanos en buena medida no manejamos adecuadamente el uso del agua potable, se hace necesario primero, fomentar la cultura en el uso adecuado del agua doméstica principalmente en su aplicación en la elaboración de alimentos, lavado de utensilios, lavamanos, regadera, lavadora o lavadero, sanitario y otros servicios lo cual implicaría un ahorro sustancial en el consumo, por lo tanto es necesario además de la cultura aplicar métodos de tal manera que el agua

pueda ser reutilizada después que ha sido empleada en los servicios anteriormente señalados exceptuando las aguas del sanitario, para así contribuir a enfrentar el abastecimiento de agua potable resistir de manera racional la escasez de agua (sequia), lograr un consumo económico (menor pago del agua al servicio municipal) y es por eso que se realiza este trabajo para obtener resultados con la aplicación de químicos y tener un ahorro sustancial del agua en la ciudad al ser tratada y reutilizada adecuadamente. En este trabajo se trata las aguas residuales domésticas con cuatro químicos diferentes, ya señalados con anterioridad.

### **Objetivo general.**

Contribuir a la disminución de la problemática de escasez de agua reutilizando las aguas residuales domésticas.

### **Objetivos específicos.**

Determinar las variables, pH, turbidez y densidad de las aguas residuales domésticas antes y después del tratamiento.

Sugerir una propuesta viable, sencilla y económica para el tratamiento de aguas residuales domésticas seleccionando alguno de los químicos siguientes que ofrezcan mejores resultados: cloruro ferroso, cloruro férrico, sulfato ferroso y sulfato férrico.

## **Antecedentes**

En Hermosillo, 300 litros es la media individual en el consumo de agua en la ciudad de Hermosillo cantidad que se encuentra muy por encima de la tasa de grandes ciudades como lo es Monterrey debido principalmente por las condiciones meteorológicas del estado. Según Conagua así se distribuyen los 300 litros diarios: 70% para lavado del cuerpo 15% para el desecho del WC y mingitorio 10% lavan ropa y trastes 5% para comida y beber (Montaño, N. & Monteverde, R. 2018).

Cuando sube la temperatura inmediatamente sube el consumo, se estima que es un 30% de incremento, aproximadamente, con esto también suben las fugas en un promedio similar (Montaño, N. & Monteverde, R. 2018).

En la actualidad, la presa Abelardo L. Rodríguez está vacía, por lo que las fuentes principales son alrededor de cien pozos que se abastecen de las aguas subterráneas y un acueducto que la conduce desde la presa El Molinito, ubicados todos en la cuenca del Río Sonora, cuyos escurrimientos son reducidos en comparación con los de otros ríos (Montaño, N. & Monteverde, R. 2018).

Sin embargo, el problema no termina ahí, entre 2000 y 2005 el agua subterránea también dio muestras de estar disminuyendo; la producida por los pozos ha estado descendiendo; de junio de 2004 al mismo mes del año siguiente el gasto máximo de los que surten a la ciudad bajó de 3 625 litros por segundo a 2 649, es decir, una caída de 30 por ciento en tan sólo un año (Montaño, N. & Monteverde, R. 2018).

## **Clasificación de las aguas residuales.**

### **Aguas residuales urbanas.**

Las aguas residuales urbanas tienen una composición más o menos uniforme, que facilita los procesos de tratamiento, y las distingue claramente de las aguas residuales industriales, cuya variedad es en muchos casos indescriptible. Aun así, aunque derive sólo de efluentes domésticos, la composición varía influenciada por algunos factores como son los hábitos alimentarios, consumo de agua, uso de productos de limpieza en el hogar, etc. La composición, al igual que la cantidad de aguas residuales, sufre también variaciones respecto al tiempo. Varía en el transcurso de las distintas horas del día, en función de los días de la semana y se presentan variaciones estacionales.

### **Aguas residuales industriales.**

Los efluentes industriales deben su diversidad a los procesos de los que proceden, y, en función de ellos, pueden tener una composición más o menos constante, o estar sujeta a variaciones cualitativas y/o cuantitativas considerables, según los horarios de funcionamiento de las industrias, la demanda del mercado o la posible influencia estacional en la producción. Los componentes de dichos vertidos se pueden clasificar, según los métodos de tratamiento, en:

- Elementos insolubles separables físicamente.
- Materias grasas flotantes: grasas, hidrocarburos, alquitranes, aceites. Estas sustancias provocan olor y sabor desagradables, ensucian las instalaciones de tratamiento, y pueden producir la muerte de peces por asfixia, al recubrir las branquias, y de gran variedad de algas e insectos acuáticos.
- Materias sólidas en suspensión: arenas, óxidos, hidróxidos, pigmentos, azufre coloidal, látex, fibras, etc. Pueden requerir coagulación-floculación para ser eliminadas.

- Elementos orgánicos separables por adsorción: colorantes, detergentes, compuestos macromoleculares diversos y compuestos fenolados.
- Elementos separables por precipitación:
  - Metales: hierro, cobre, zinc, níquel, berilio, titanio, aluminio, plomo, mercurio y cromo, precipitables en un rango determinado de pH. Estos metales pueden llegar a estar implicados en ciclos bioquímicos complejos.
  - Sulfitos, fosfatos, sulfatos y fluoruros: pueden ser precipitados por adición de determinados cationes.
  - Elementos que pueden precipitar en forma de sales insolubles de hierro o en forma de complejos: sulfuros, fosfatos, cianuros y sulfocianuros. El cianuro impide las reacciones de oxidación del fósforo.
  - Elementos separables por desgasificación o stripping: ácido sulfhídrico, amoníaco, alcoholes, fenoles y sulfuros.
  - Elementos que necesitan una reacción de oxidación-reducción: cianuros, cromo hexavalente, sulfuros, cloro y nitritos.
  - Ácidos y bases:
    - Ácidos clorhídrico, nítrico, sulfúrico y fluorhídrico.
    - Bases diversas.
  - Elementos que pueden concentrarse por intercambio iónico o por ósmosis inversa: - Radionúclidos: Los isótopos más importantes, por su acumulación en las cadenas tróficas son  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{85}\text{Sr}$  y  $^{32}\text{P}$
  - Sales de ácidos y bases fuertes: compuestos orgánicos ionizados (intercambio iónico) o no ionizados (ósmosis inversa).
  - Elementos que se eliminan mediante tratamiento biológico: azúcares, proteínas y fenoles. Los tratamientos biológicos pueden aplicarse también, después de una fase de adaptación de los microorganismos, a compuestos orgánicos tales como el fenol, la anilina y ciertos detergentes.

## **Aguas residuales agrícolas.**

En general, constituyen una mezcla de aguas domésticas de la población, junto con las de riego de las tierras y el manejo del ganado.

La búsqueda de una mayor productividad agrícola ha llevado al empleo de una gran variedad de sustancias que, a la par que causan beneficios, pueden producir daños de forma indirecta.

Así, los fertilizantes tienen sus desventajas: nitratos, fosfatos y compuestos de amonio pueden contaminar ríos, lagos y mares, alterando el equilibrio de las especies acuáticas.

También se utilizan plaguicidas: herbicidas, fungicidas y pesticidas. Estas sustancias pueden producir un efecto tóxico sobre las especies, incluido el hombre.

En el agua, los pesticidas pueden ser descompuestos por mecanismos físicos, químicos y microbiológicos. Pero, para asegurar su biodegradación, antes de emitirlos al medio ambiente, se debe conocer su potencial de bioconcentración y biodegradación microbiana.

Además de todos estos problemas, está el hecho de que, este recurso, al recoger los residuos del ganado, van a estar fuertemente cargadas de materia fecal, que se sumaría a la contaminación fecal contenida en las aguas domésticas de la población. A este respecto, se puede hacer una determinación del origen de la contaminación fecal, basándose en la relación coliformes fecales/estreptococos fecales.

Para evitar el riesgo que suponen los componentes de las aguas residuales agrícolas, se deben depurar antes de verterlas en aguas superficiales, e intentar descubrir otras sustancias, cuya degradación natural sea más rápida y no afecte a otra forma de vida fuera de la que se intenta combatir.

## **Descripción de los cuatro floculantes.**

### **Cloruro Férrico.**

El cloruro férrico es un sólido marrón que se usa en el tratamiento de aguas residuales y desechos industriales. También se usa en grabados, textiles y fotografía, así como desinfectante y aditivo para piensos.

Las principales propiedades del cloruro férrico ( $\text{FeCl}_3$ ) son:

- Densidad:  $2.8 \text{ g/cm}^3$ .
- Masa molar:  $162.20 \text{ g/mol}$ .
- Punto de fusión:  $260 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- Punto de ebullición:  $315 \text{ }^\circ\text{C}$ .

### **Riesgos a la salud.**

#### **Efectos agudos sobre la salud.**

Los siguientes efectos agudos sobre la salud pueden ocurrir inmediatamente o poco tiempo después de la exposición al cloruro férrico:

- El contacto puede producir graves irritaciones y quemaduras de la piel y los ojos.
- Respirarlo puede irritar la nariz, la garganta y los pulmones, causando opresión en el pecho y los pulmones o dificultades respiratorias.

#### **Efectos crónicos sobre la salud.**

Los siguientes efectos crónicos pueden ocurrir algún tiempo después de la exposición y pueden durar meses o años:

- Hay indicios limitados que el cloruro férrico puede causar daño al aparato reproductivo masculino (disminución en la cantidad de espermatozoides) y afectar a la fertilidad de animales hembras.
- El contacto prolongado puede causar cambios en la coloración de los ojos.



Figura 1: Cloruro férrico.

### **Cloruro Ferroso.**

El cloruro ferroso es un polvo cristalino parecido a la sal, de color pálido y verdoso. Se utiliza en el teñido de textiles, metalurgia, industria farmacológica y tratamientos de aguas residuales.

Las principales propiedades del cloruro ferroso ( $\text{FeCl}_2$ ) son:

- Densidad:  $3.16 \text{ g/cm}^3$ .
- Masa molar:  $126.751 \text{ g/mol}$ .
- Punto de fusión:  $677 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- Punto de ebullición:  $1023 \text{ }^\circ\text{C}$ .

### **Riesgos a la salud.**

#### **Efectos agudos a la salud.**

Los siguientes efectos agudos sobre la salud pueden ocurrir inmediatamente o poco tiempo después de la exposición al cloruro ferroso:

- El contacto puede irritar y quemar la piel y los ojos.
- Respirar cloruro ferroso puede irritar la nariz y la garganta.

### **Efectos crónicos para la salud.**

Los siguientes efectos crónicos sobre la salud pueden ocurrir algún tiempo después de la exposición al cloruro ferroso y pueden durar meses o años:

- El contacto prolongado con los ojos puede causar descoloración marrón.
- La exposición repetida o alta puede llevar a una acumulación excesiva de hierro en el organismo, causando náusea, dolor de estómago, vómitos, estreñimiento y heces negras.
- El cloruro ferroso podría causar daños al hígado.



Figura 2: Cloruro ferroso.

## **Sulfato Férrico.**

El sulfato férrico es un polvo blanco grisáceo o amarillo y es inoloro. Se utiliza principalmente en el tratamiento de aguas y aguas residuales.

Funciona de forma estable en un intervalo de pH de 4 a 11, uno de los más amplios conocidos. Producen flóculos grandes y densos que decantan rápidamente, por lo que está indicado tanto en la precipitación previa como en la coprecipitación de aguas residuales urbanas o industriales. Se emplea también en tratamiento de aguas potables, aunque en algún caso puede producir problemas de coloración.

- Densidad: 3.097 g/cm<sup>3</sup>
- Masa molar: 399.858 g/mol
- Punto de fusión: 480° C
- Punto de ebullición: N/A

## **Riesgos a la salud.**

### **Efectos agudos sobre la salud.**

Los siguientes efectos sobre la salud pueden ocurrir inmediatamente o poco después de la exposición al sulfato férrico:

- El contacto puede irritar la piel y los ojos.
- La inhalación de sulfato férrico puede irritar la nariz y la garganta, causando tos y respiración con silbido.

## **Efectos crónicos sobre la salud.**

Los siguientes efectos crónicos sobre la salud pueden ocurrir algún tiempo después de la exposición al sulfato férrico y pueden perdurar durante meses o años:

- La exposición alta repetida podría llevar a una acumulación excesiva de hierro en el organismo, causando náusea, vómitos, dolor estomacal, estreñimiento y heces negras.
- El sulfato férrico también podría afectar al hígado.



Figura 3: Sulfato férrico.

## **Sulfato Ferroso.**

El sulfato ferroso es un polvo cristalino, inodoro, verdoso, amarillo-marrón o blanco. Se utiliza en el tratamiento de aguas, en la elaboración de compuestos de hierro, y como fertilizante y aditivo alimentario.

El sulfato ferroso es la fuente más barata de hierro como coagulante. Ordinariamente se usa hidratado como  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  y se conoce con el nombre de "coperas". Una de sus desventajas es la que debe usarse en

combinación con cal. En la práctica es conveniente agregarle un pequeño exceso de cal, de 1 a 5 mg/l, sin sobrepasar cierto límite para evitar la precipitación posterior del hidróxido férrico en las tuberías. El sulfato ferroso se usa para agua turbia, fuertemente alcalina, con pH superior a 8 y es, por tanto, inadecuado para tratar agua blanda, especialmente si su contenido de color es alto ya que la alcalinidad interfiere con la remoción de color.

- Densidad: 1.9 g/cm<sup>3</sup>
- Masa molar: 151.9 g/mol
- Punto de fusión: 57° C
- Punto de ebullición: 90 °C

### **Riesgos a la salud.**

#### **Efectos agudos sobre la salud.**

Los siguientes efectos agudos pueden ocurrir inmediatamente o poco después de la exposición al sulfato ferroso:

- El contacto puede irritar la piel y los ojos.
- La inhalación puede irritar la nariz, la garganta y los pulmones, causando tos, respiración con silbido o falta de aire.

#### **Efectos crónicos sobre la salud.**

Los siguientes efectos crónicos pueden ocurrir algún tiempo después de la exposición al sulfato ferroso y pueden perdurar durante meses o años:

- El contacto prolongado con los ojos puede causar que los ojos adquieren un tono marrón y llevar a daño ocular.
- La exposición alta repetida puede llevar a la acumulación de hierro en el organismo, con náuseas, vómitos, dolor estomacal, estreñimiento y heces negras.
- El sulfato ferroso podría afectar al hígado.

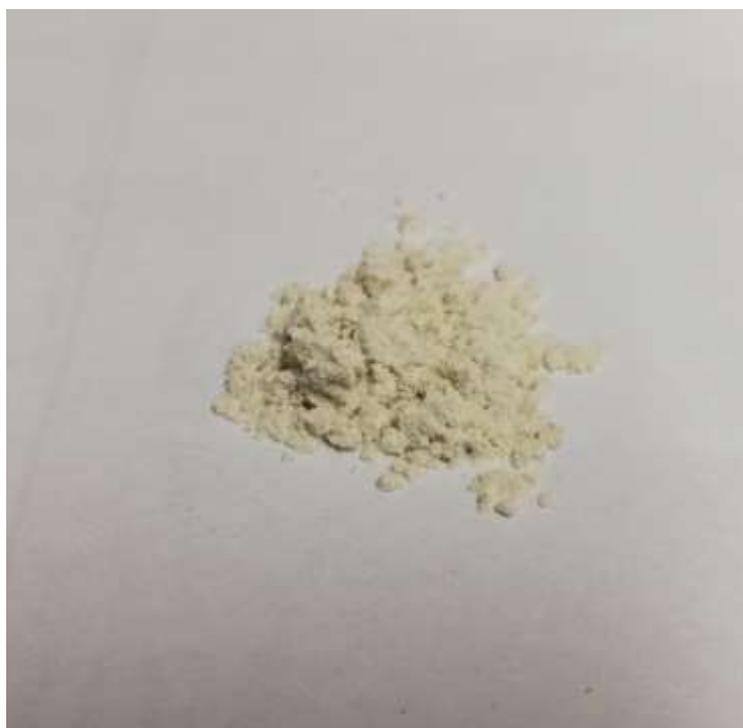


Figura 4: Sulfato ferroso.

## Metodología

Se hizo una división de seis sectores a la ciudad de Hermosillo, Sonora como se muestra en la siguiente figura 5 y recolectamos muestras de agua de regadera, lavaplatos, lavamanos, y lavadora/lavadero de cada casa por cada sector marcado en el mapa.

**Tabla 1: Metodología de investigación.**

Meses	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Actividades							
División de la ciudad en 6 sectores.							
Recolección de aguas residuales domesticas en muestras de un litro.							
División de las muestras por volumen y dosis de los floculantes (Cloruro Ferroso, Cloruro Férrico, Sulfato Ferroso y Sulfato Férrico).							
Identificación de las variables turbidez, pH y densidad utilizando turbidímetro, pH-metro y densímetro.							
Tabulación de los datos obtenidos.							

Interpretación de los datos.							
Conclusiones de acuerdo a los resultados y posibles aplicaciones.							

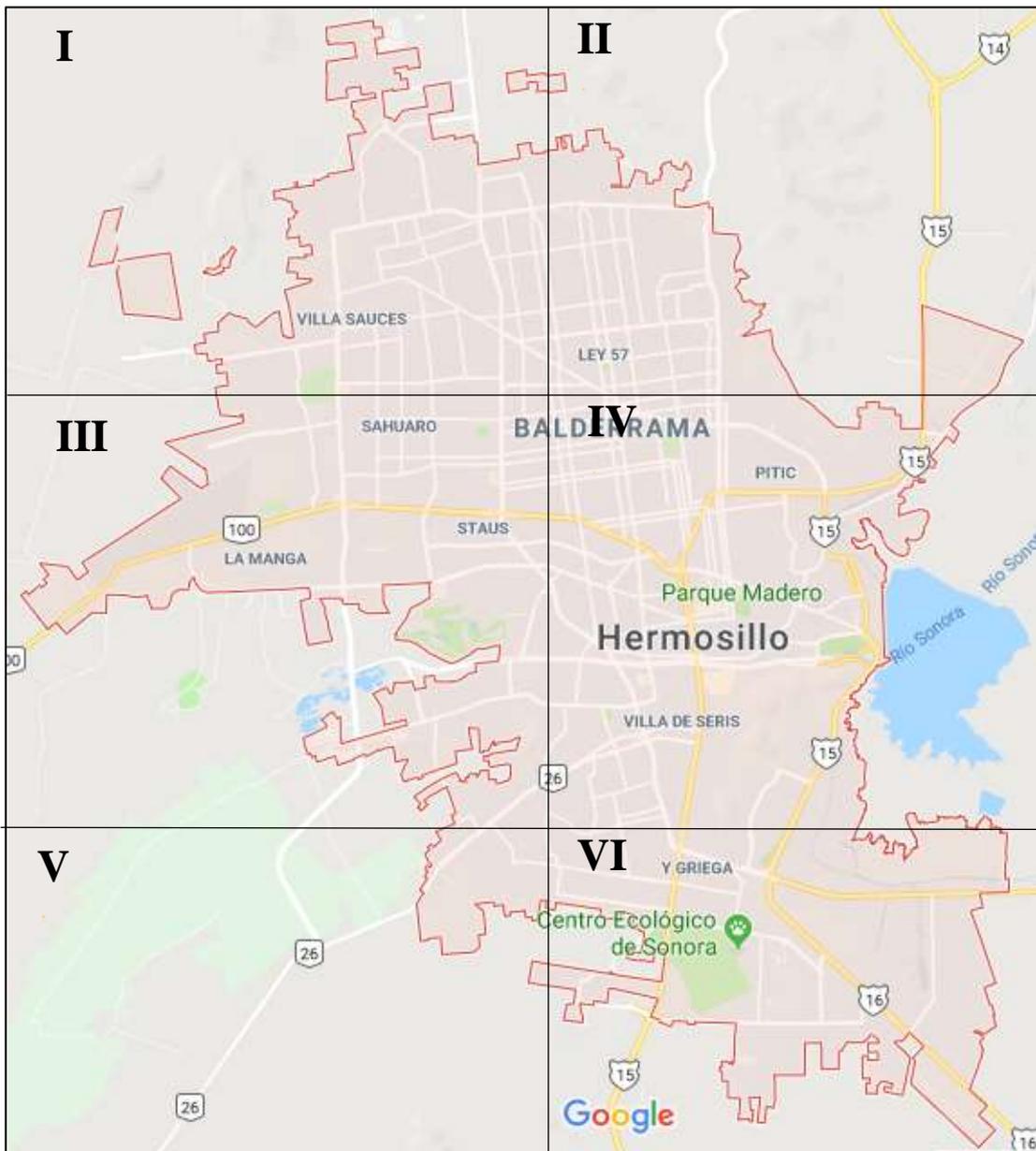


Figura 5: Ciudad de Hermosillo dividida en 6 sectores.

## Sector I

El sector 1 está ubicado en el lado noroeste de la ciudad, la casa habitación tiene por dirección Cerrada Guarijíos 125, Col. Pueblitos.

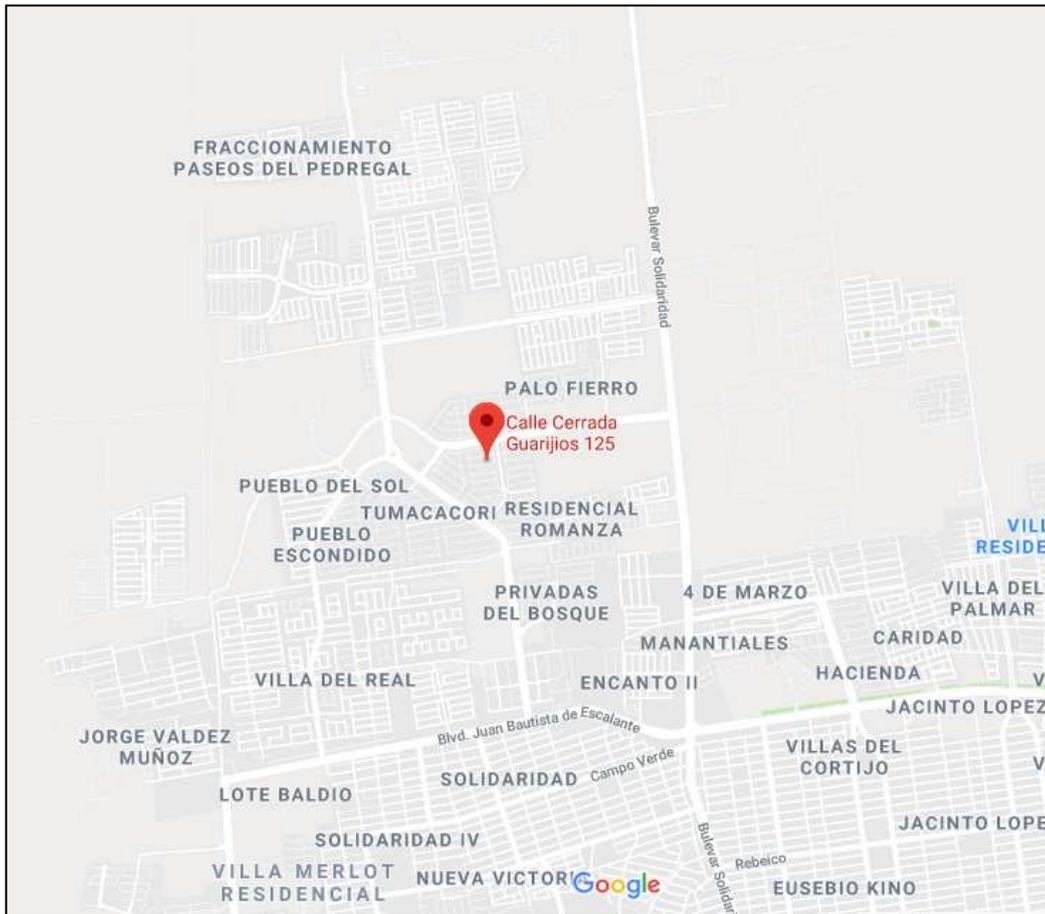


Figura 6: Dirección de casa del sector I al noroeste de la ciudad.



### Sector III

El sector III está ubicado en el centro oeste de la ciudad, la casa habitación tiene por dirección Bazorla Oriente 17, Col. Puerta Real.

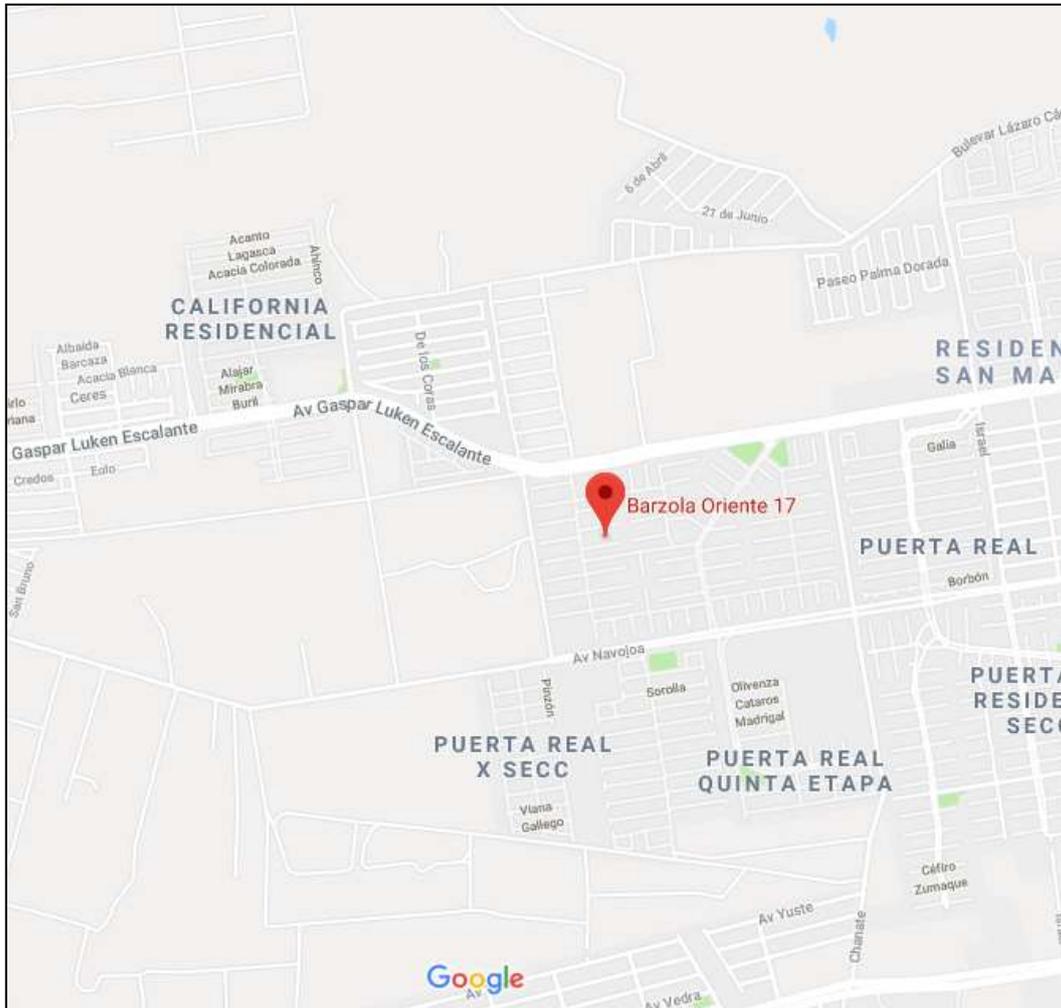


Figura 8: Dirección de casa del sector III al centro-oeste de la ciudad.

## Sector IV.

El sector IV está ubicado en el lado centro este de la ciudad de la ciudad, la casa habitación tiene por dirección Roberto Romero 15, Col. Jesús García.



Figura 9: Dirección de casa del sector IV al centro-este de la ciudad.

## Sector V.

El sector V está ubicado en el lado suroeste de la ciudad, la casa habitación tiene por dirección Herminia Valencia 25, Col. Las Minitas.

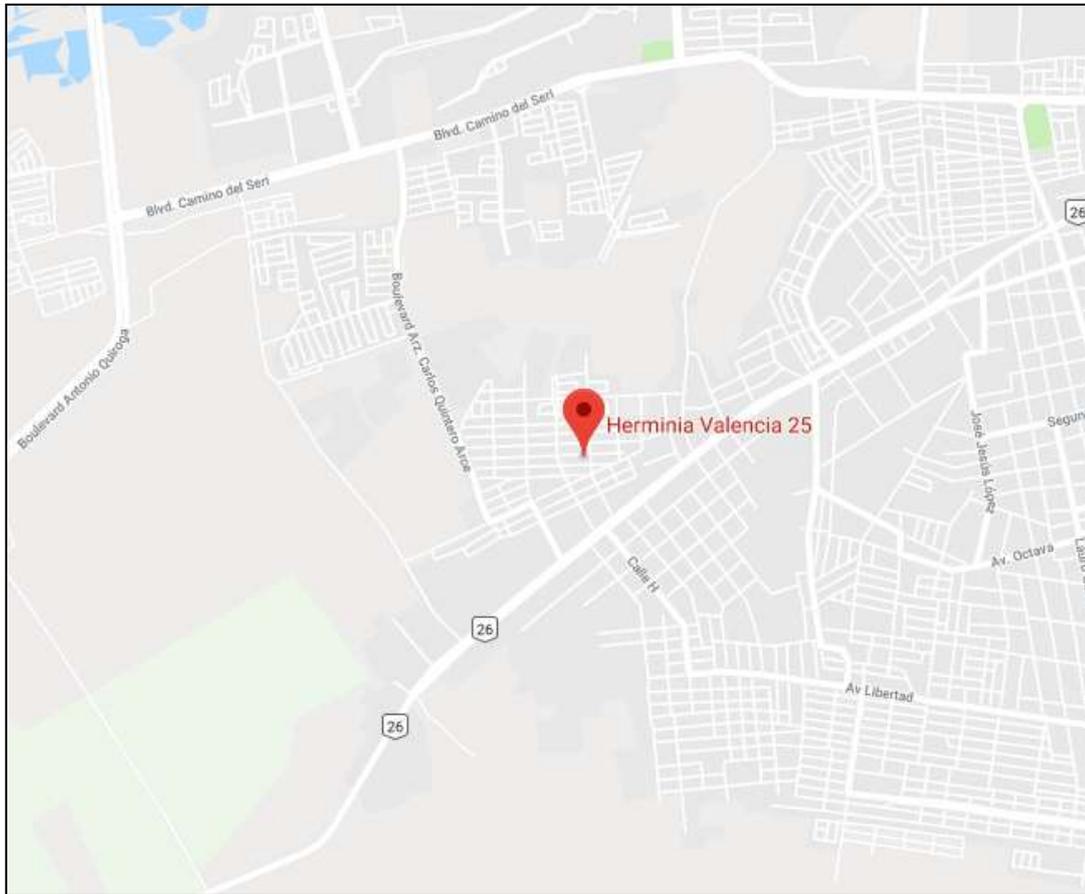


Figura 10: Dirección de casa del sector V al suroeste de la ciudad.

## Sector VI.

El sector VI se encuentra al lado sureste de la ciudad, la casa habitación tiene por dirección Pablo Moncayo 18, Col. Las Lomas.



Figura 11: Dirección de casa del sector VI al sureste de la ciudad.

## **Metodología experimental.**

- 1- Sectorización de la ciudad de Hermosillo en seis secciones.
- 2- Muestreo en envases de un litro de aguas residuales domésticas, exceptuando las del sanitario.
- 3- Establecimiento de probetas de un litro (vasos de precipitado).
- 4- Aplicación de distintas dosis de los floculantes utilizado (Cloruro Ferroso, Cloruro Férrico, Sulfato Ferroso y Sulfato Férrico).
- 5- Agitación de las muestras y posterior reposo.
- 6- Mediciones respectivas a las distintas muestras con el turbidímetro.
- 7- Mediciones respectivas con el pH-metro.
- 8- Determinación con el densímetro.
- 9- Tabulación de los datos obtenidos.
- 10- Gráficas de los resultados.
- 11- Análisis de los resultados.
- 12- Conclusiones y sugerencias.

## Resultados y discusión.

Los resultados obtenidos son mostrados primero por sectores de manera independiente, analizando como varia el pH, densidad y turbidez con la concentración de los diferentes coagulantes.

### Sector I

El sector 1 está ubicado en el lado norte de la ciudad, tiene por dirección Cerrada Guarijíos 125, Col. Pueblitos.

### Lavadora

### Cloruro Ferroso

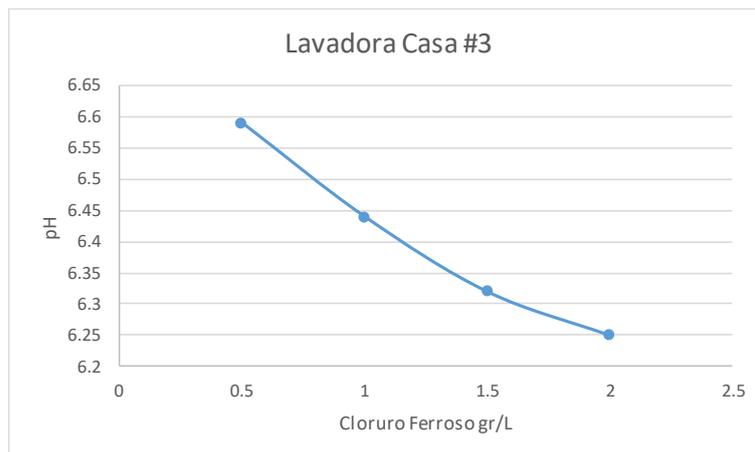


Figura 12 Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro ferroso (sector I).

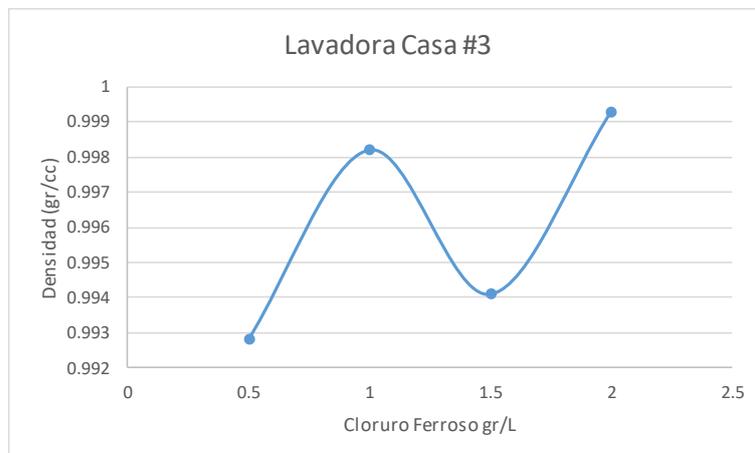


Figura 13: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro ferroso (sector I).

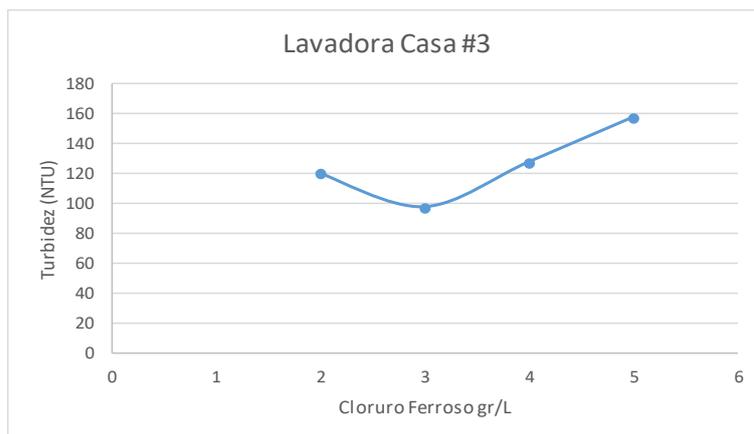


Figura 14: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro ferroso (sector I).

## Lavaplatos

### Cloruro Férrico

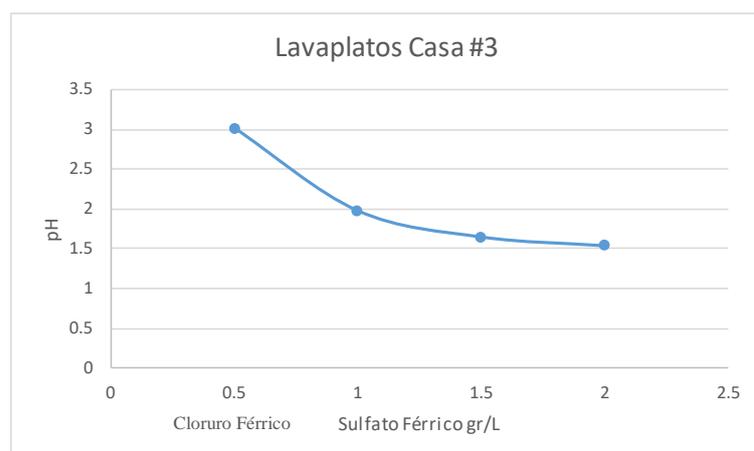


Figura 15: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro férrico (sector I).

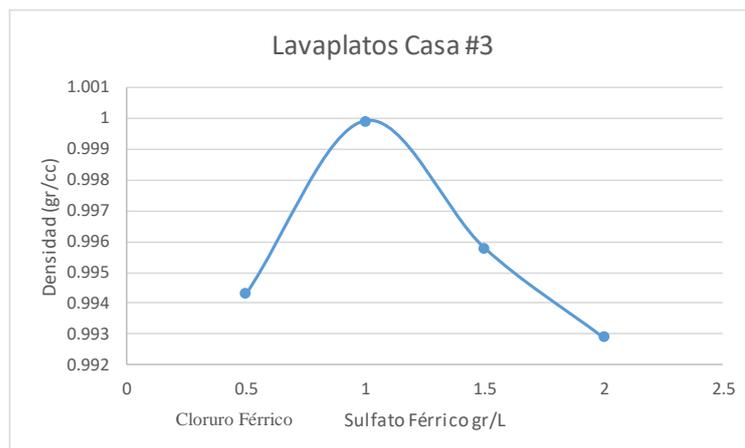


Figura 16: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro férrico (sector I).

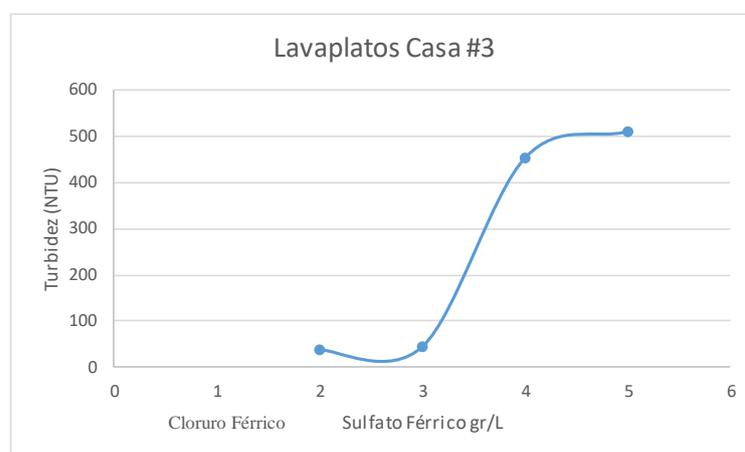


Figura 17: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro férrico (sector I).

### Lavamanos

#### Sulfato Ferroso

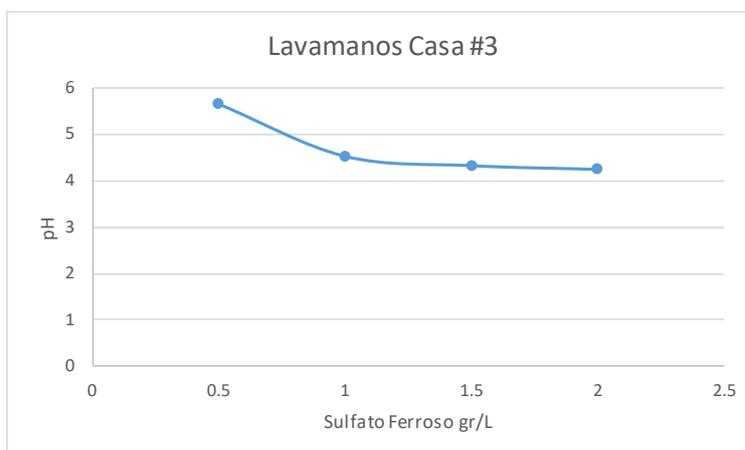


Figura 18: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato ferroso (sector I).

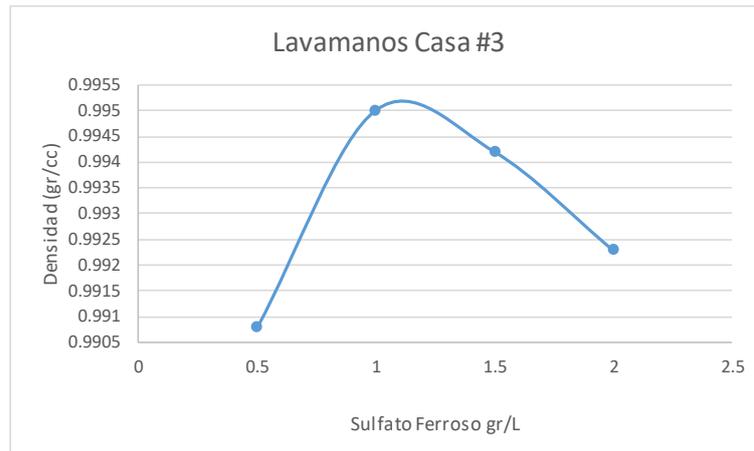


Figura 19: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato ferroso (sector I).

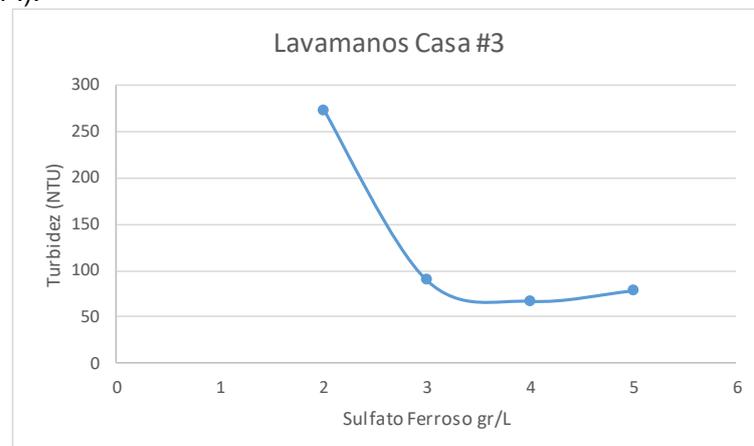


Figura 20: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato ferroso (sector I).

## Regadera

### Sulfato Férrico

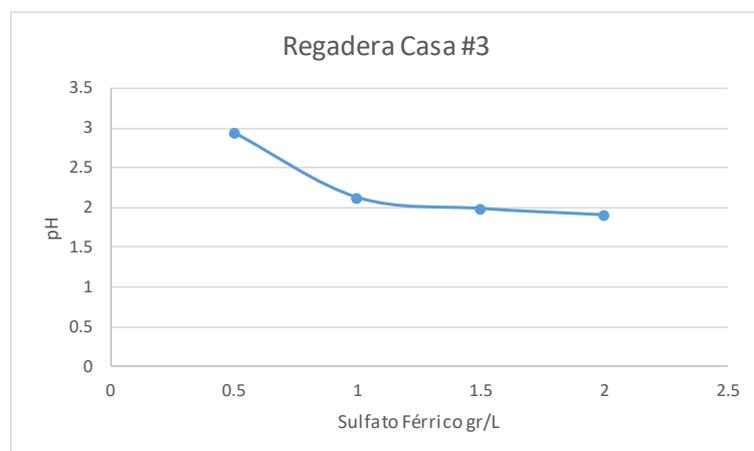


Figura 21: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato férrico (sector I)

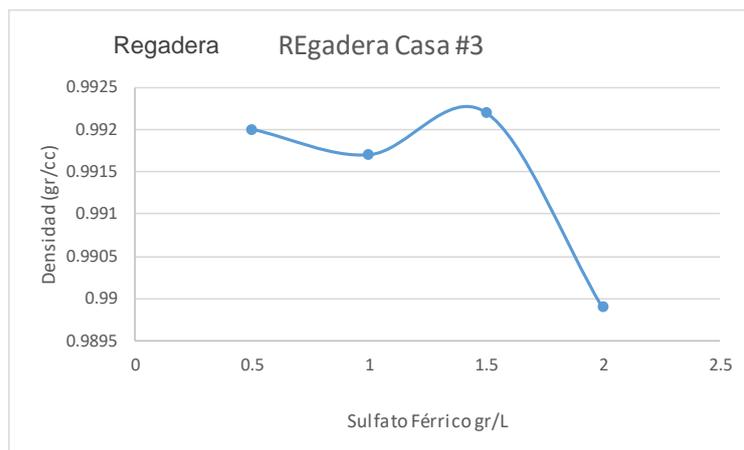


Figura 22: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato férrico (sector I)

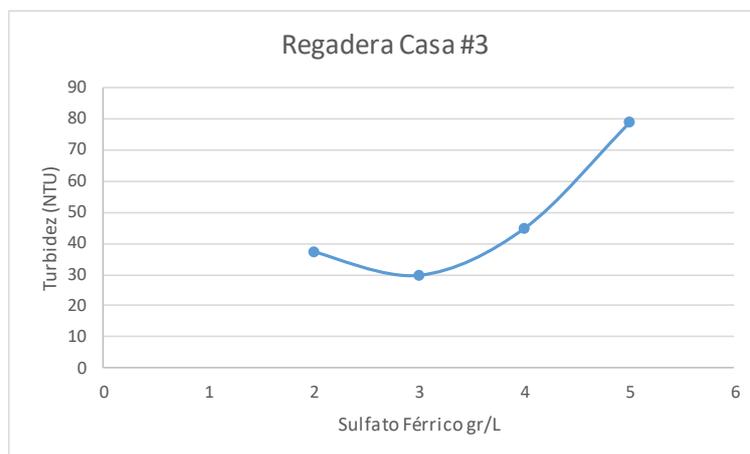


Figura 23: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato férrico (sector I)

## Sector II

El sector 2 está ubicado en el lado norte de la ciudad, tiene por dirección Tecoripa 250, Col. Villa Guadalupe.

### Lavadora

### Cloruro Ferroso

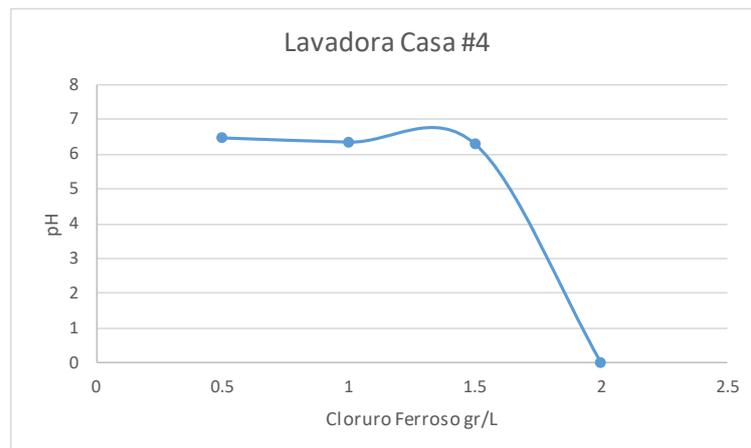


Figura 24: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro ferroso (sector II).

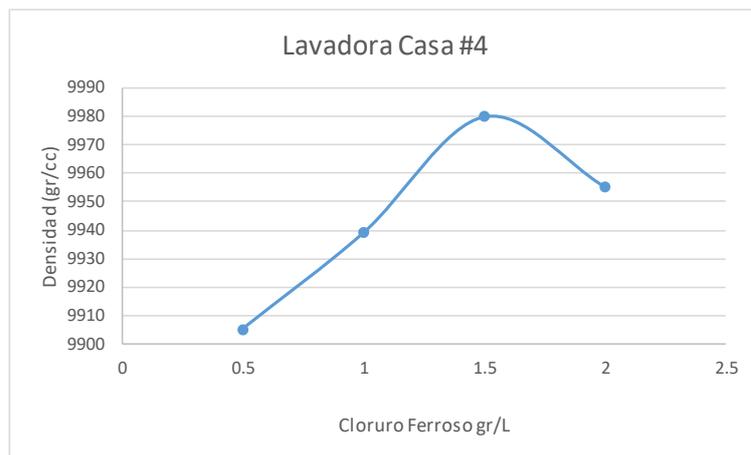


Figura 25: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro ferroso (sector II)

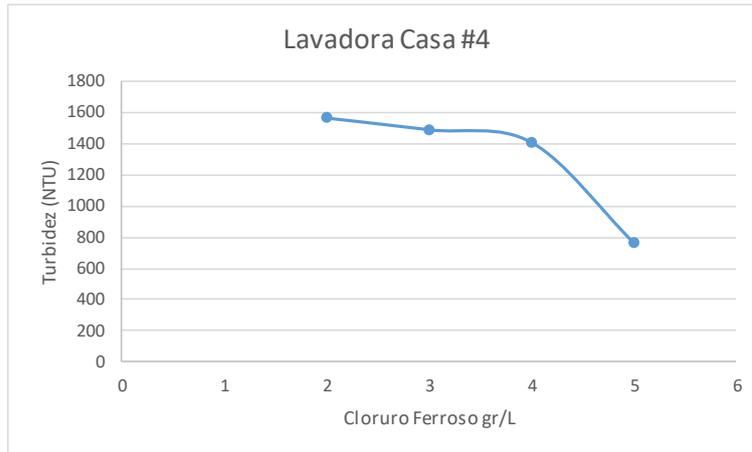


Figura 26: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro ferroso (sector II).

## Lavaplatos

### Cloruro Férrico

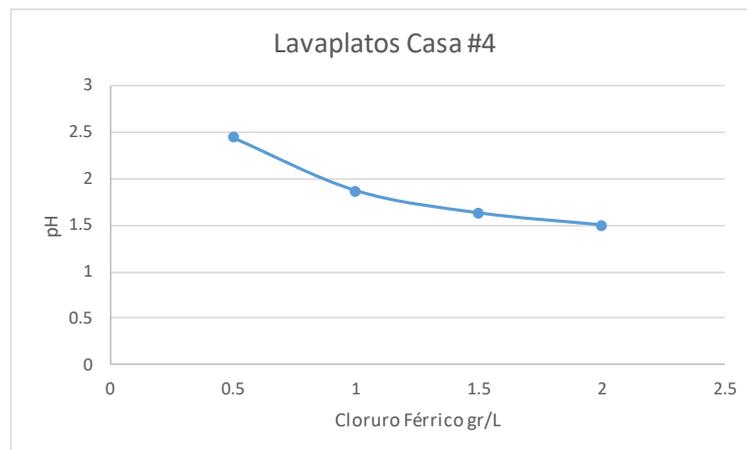


Figura 27: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro férrico (sector II)

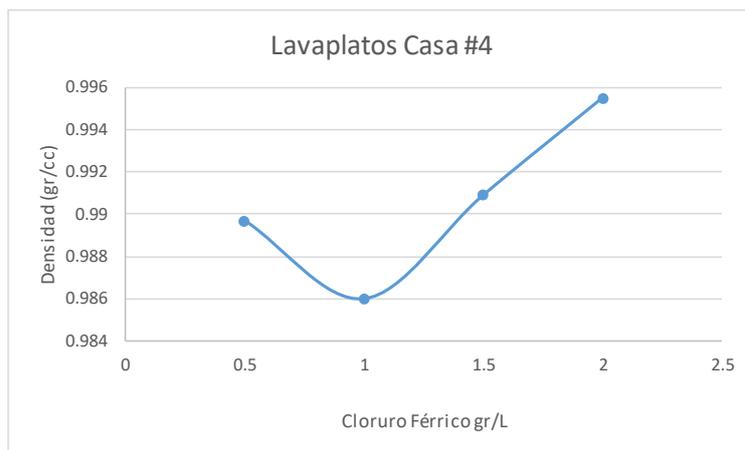


Figura 28: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro férrico (sector II)

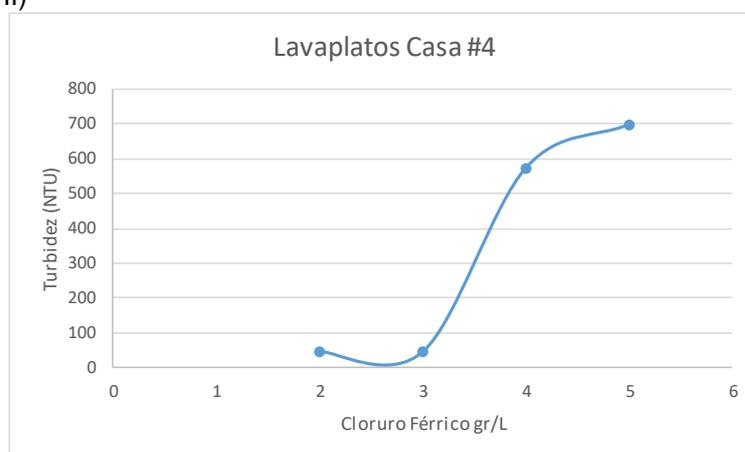


Figura 29: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro férrico (sector II).

## Lavamanos

### Sulfato Ferroso

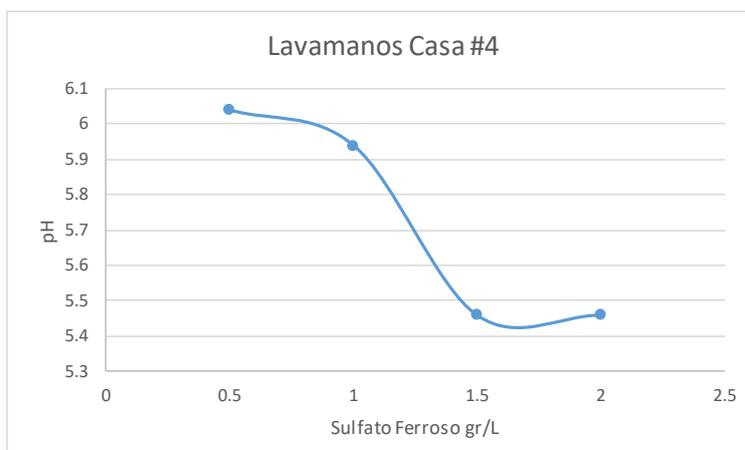


Figura 30: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato ferroso (sector II)

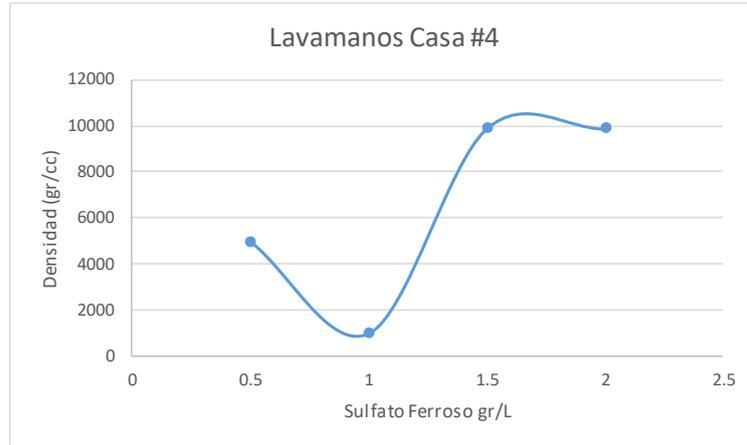


Figura 31: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato ferroso (sector II)

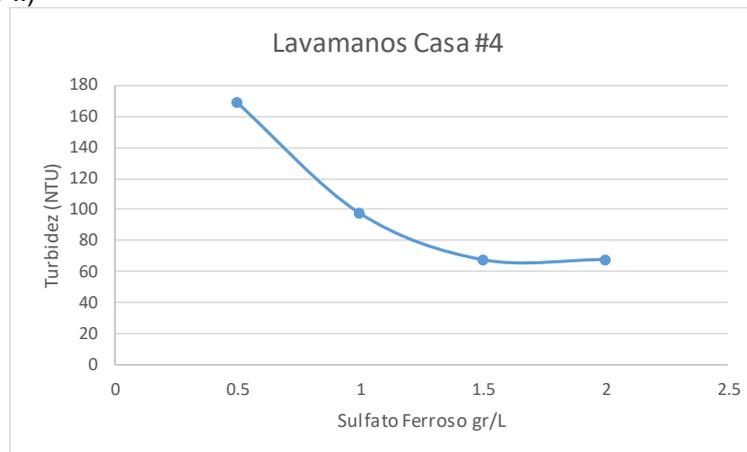


Figura 32: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato ferroso (sector II).

## Regadera

### Sulfato Férrico

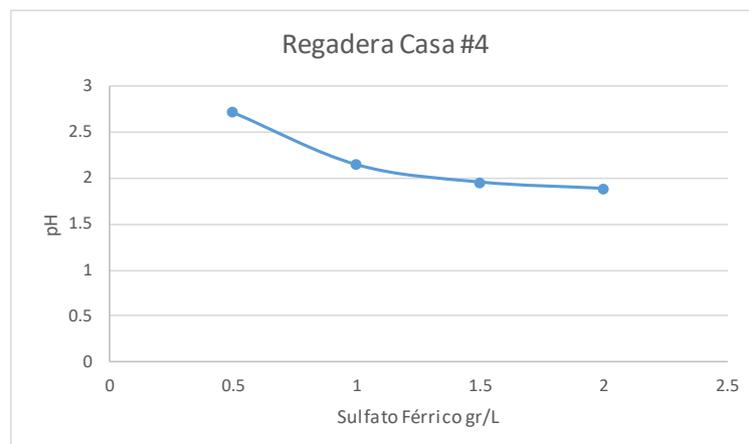


Figura 33: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato férrico (sector II).

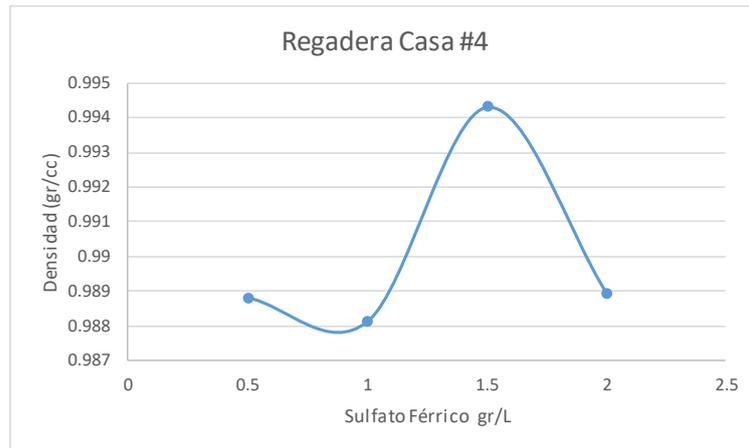


Figura 34: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato férrico (sector II)

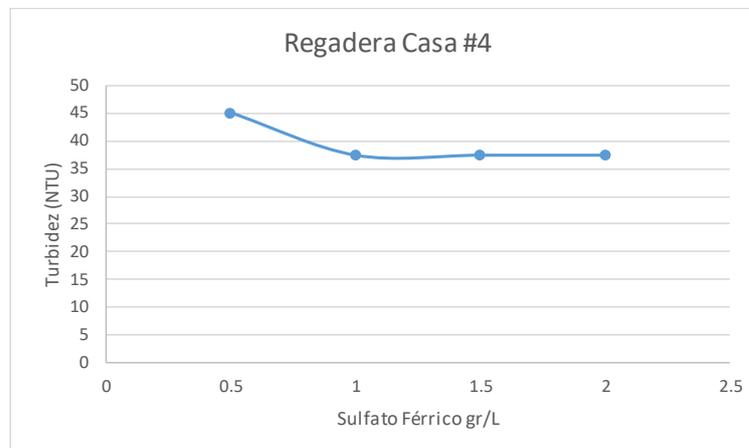


Figura 35: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato férrico (sector II)

### Sector III

El sector III está ubicado en el centro oeste de la ciudad, la casa habitación tiene por dirección Bazorla Oriente 17, Col. Puerta Real.

### Lavadora

### Cloruro Ferroso

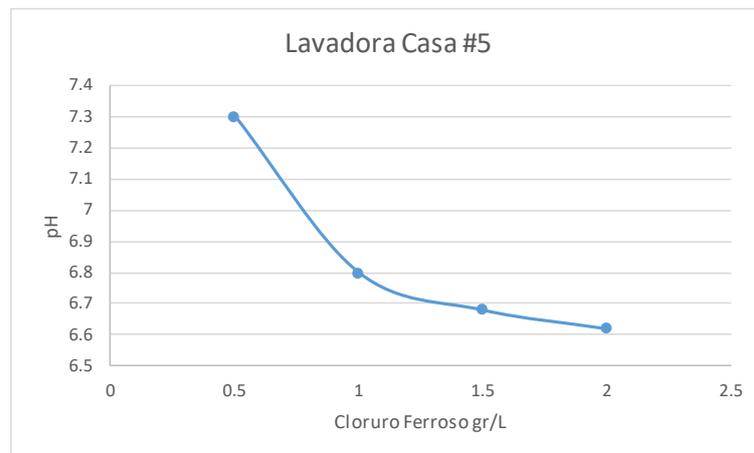


Figura 36: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro ferroso (sector III)

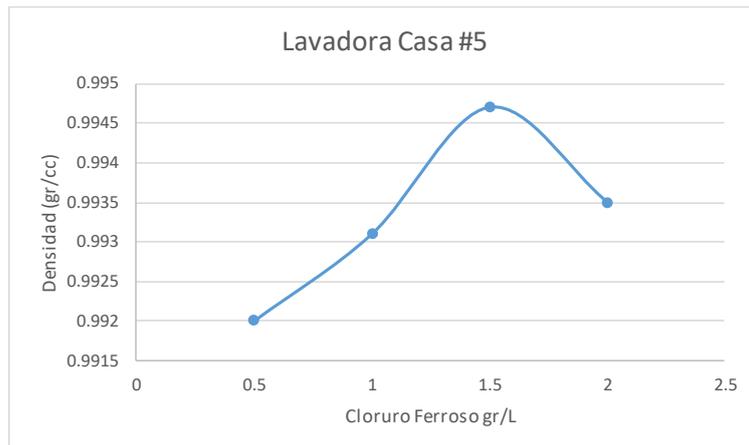


Figura 37: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro ferroso (sector III).

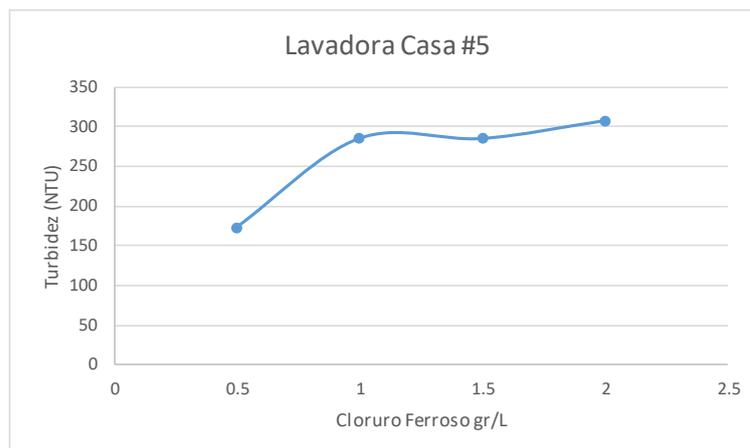


Figura 38: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro ferroso (sector III).

## Lavaplatos

### Cloruro Férrico

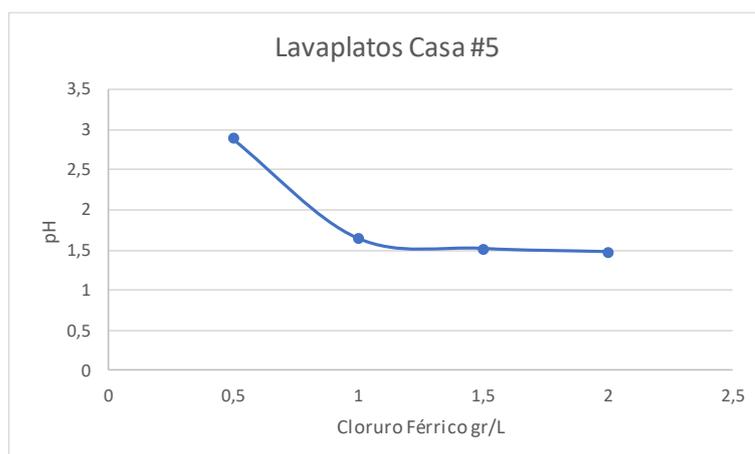


Figura 39: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro férrico (sector III).

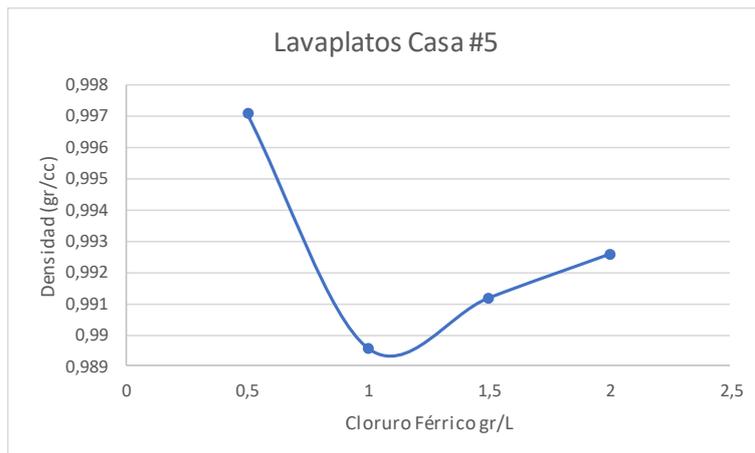


Figura 40: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro férrico (sector III).

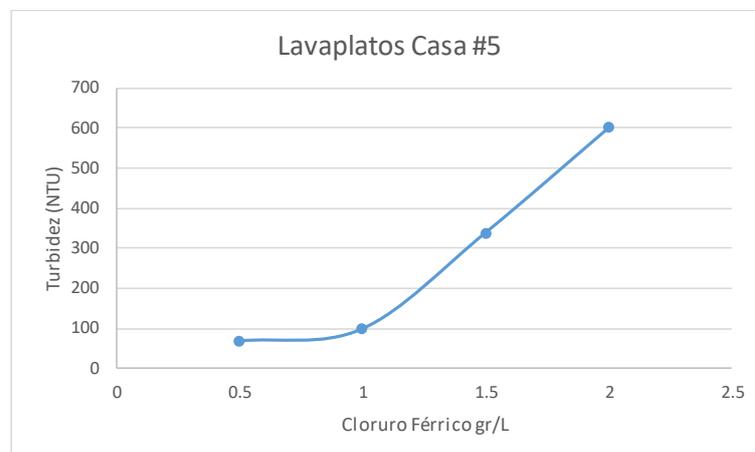


Figura 41: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro férrico (sector III)

## Lavamanos

### Sulfato Ferroso

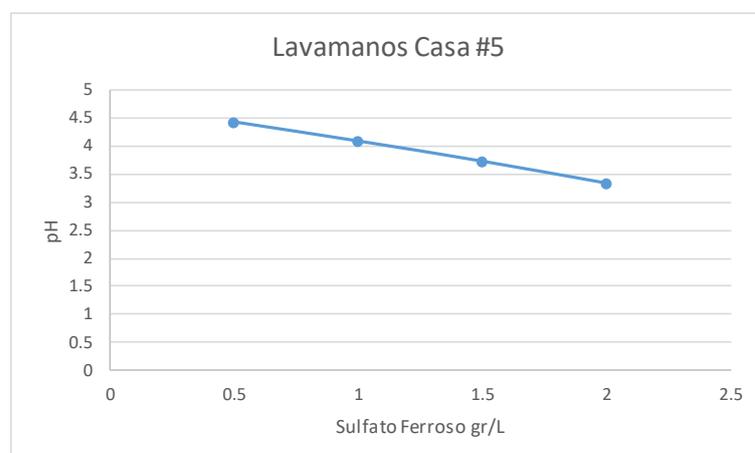


Figura 42: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato ferroso (sector III).

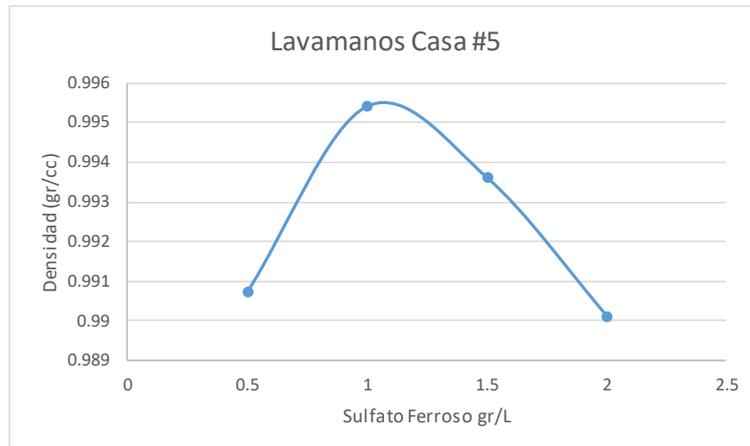


Figura 43: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato ferroso (sector III).

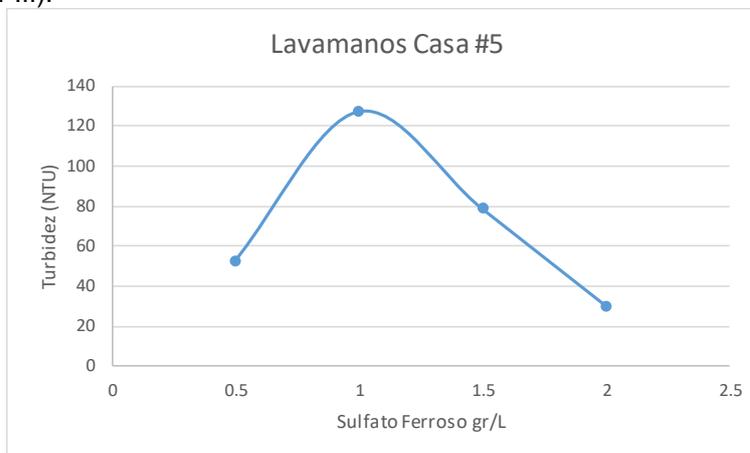


Figura 44: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato ferroso (sector III).

## Regadera

### Sulfato Férrico

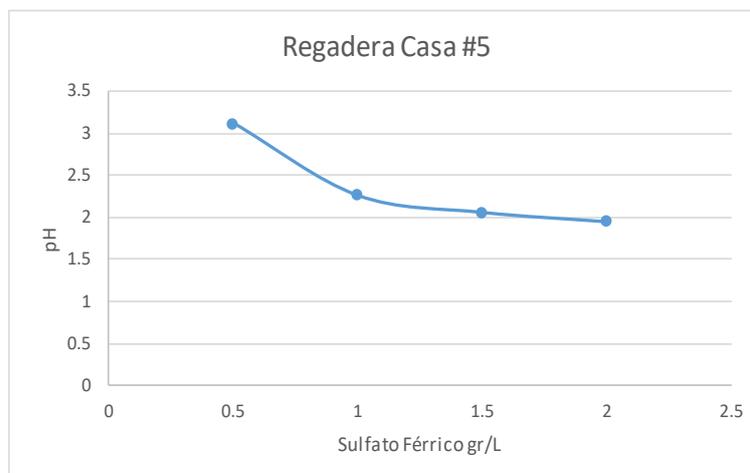


Figura 45: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato férrico (sector III).

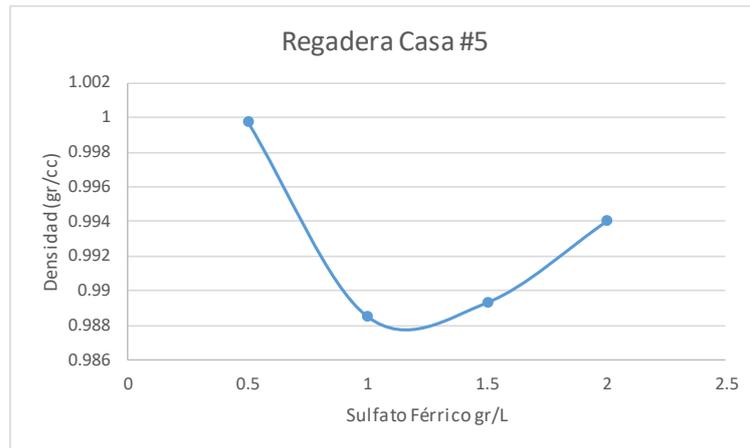


Figura 46: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato férrico (sector III).

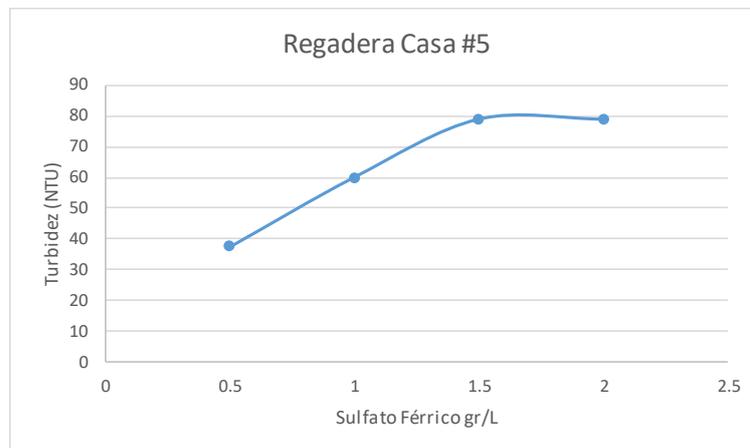


Figura 47: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato férrico (sector III).

## Sector IV

El sector IV está ubicado en el lado centro de la ciudad de la ciudad, y la casa tiene por dirección Roberto Romero 15, Col. Jesús García.

### Lavadora

#### Cloruro Ferroso

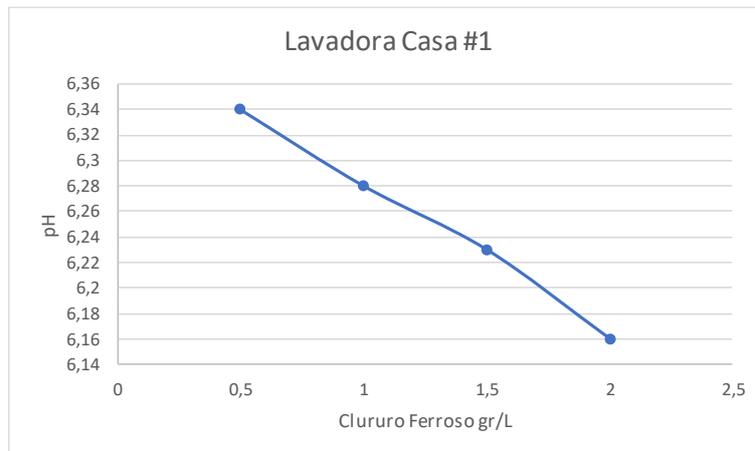


Figura 48: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro ferroso (sector IV).



Figura 49: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro ferroso (sector IV)

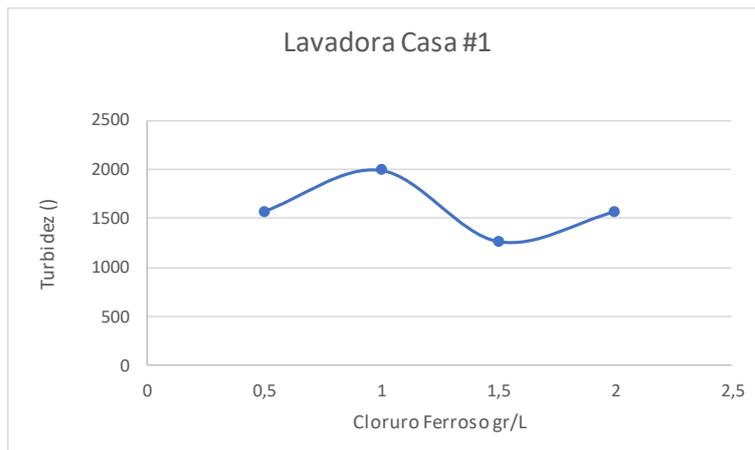


Figura 50: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro ferroso (sector IV).

## Lavaplatos

### Cloruro Férrico

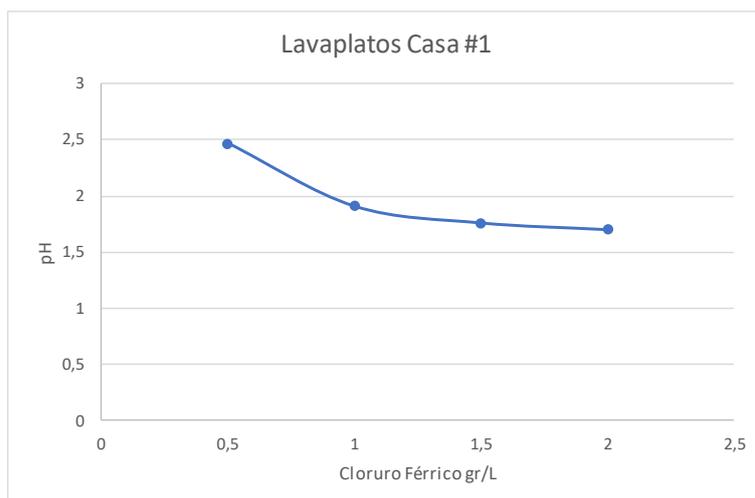


Figura 51: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro férrico (sector IV).

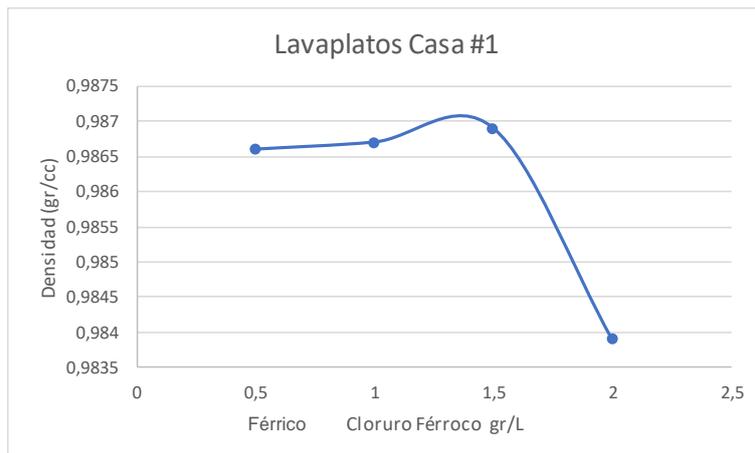


Figura 52: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro férrico (sector IV).

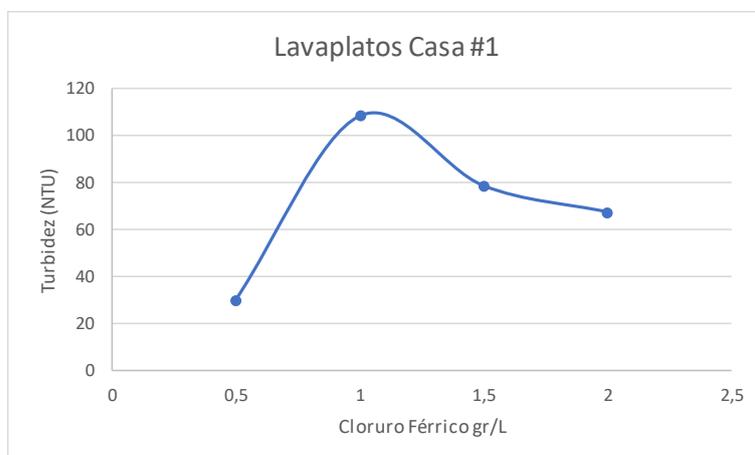


Figura 53: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro férrico (sector IV).

## Lavamanos

### Sulfato Ferroso

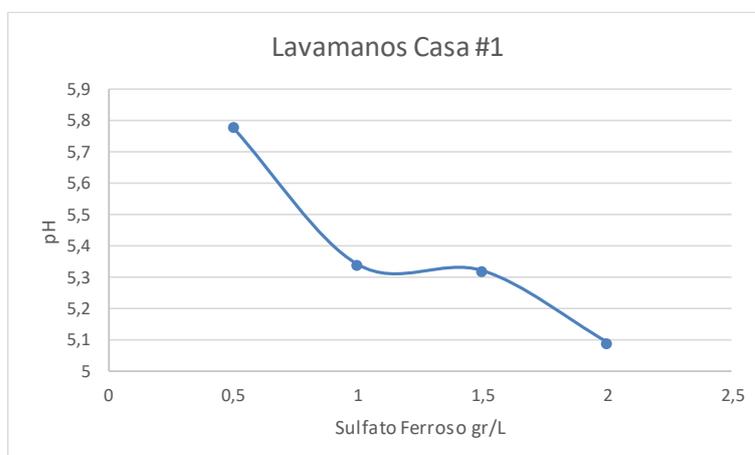


Figura 54: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato ferroso (sector IV).

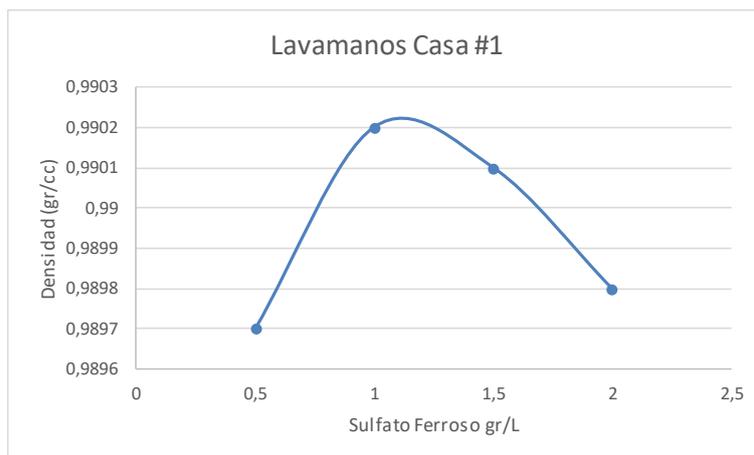


Figura 55: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato ferroso (sector IV).

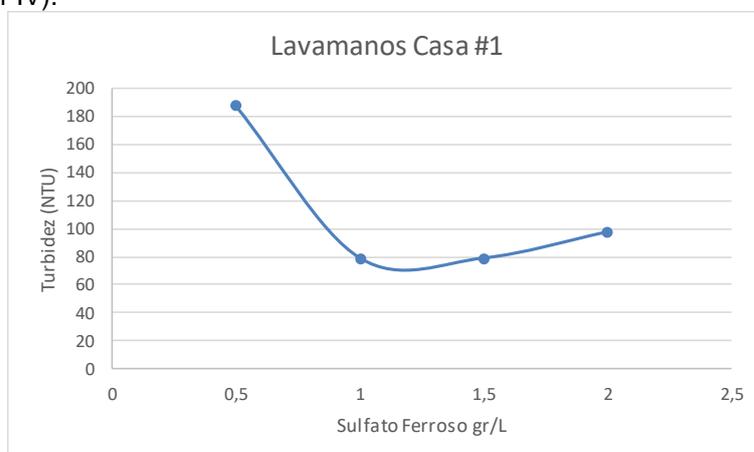


Figura 56: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato ferroso (sector IV).

## Regadera

### Sulfato Férrico

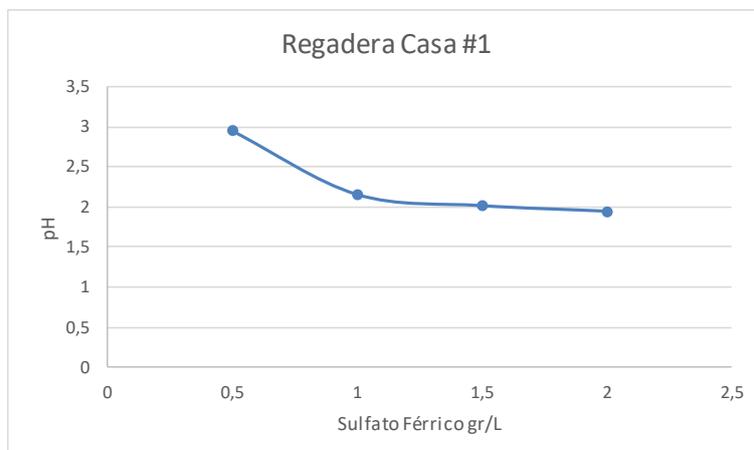


Figura 57: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato férrico (sector IV).

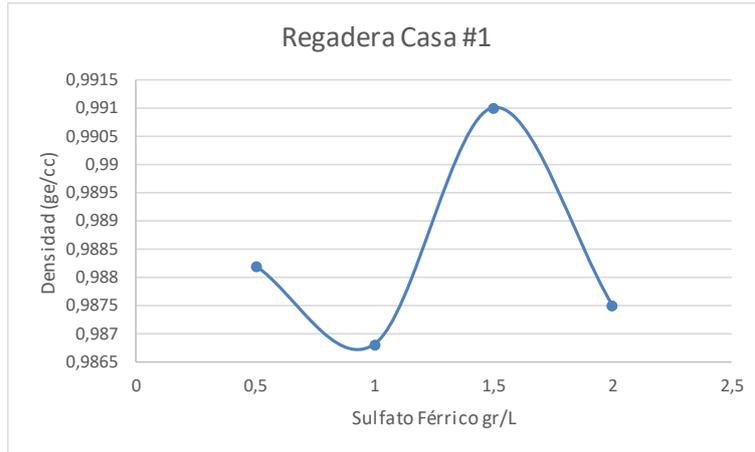


Figura 58: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato férrico (sector IV).

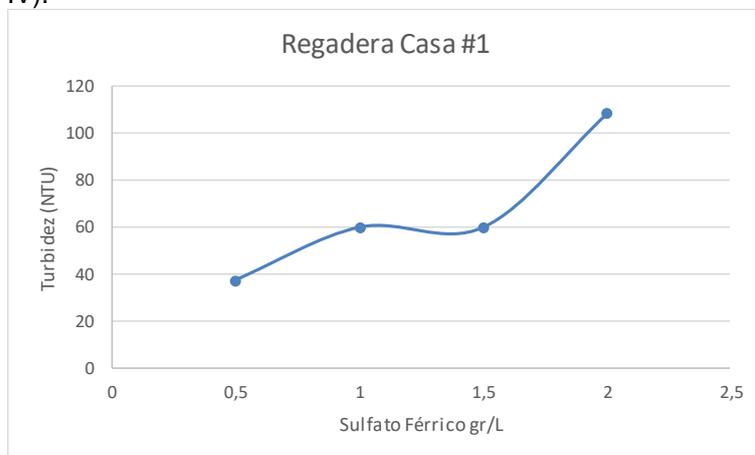


Figura 59: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato férrico (sector IV)

## Sector V

El sector V está ubicado en el lado sur de la ciudad, tiene por dirección Herminia Valencia 25, Col. Las Minitas.

## Lavadora

### Cloruro Ferroso

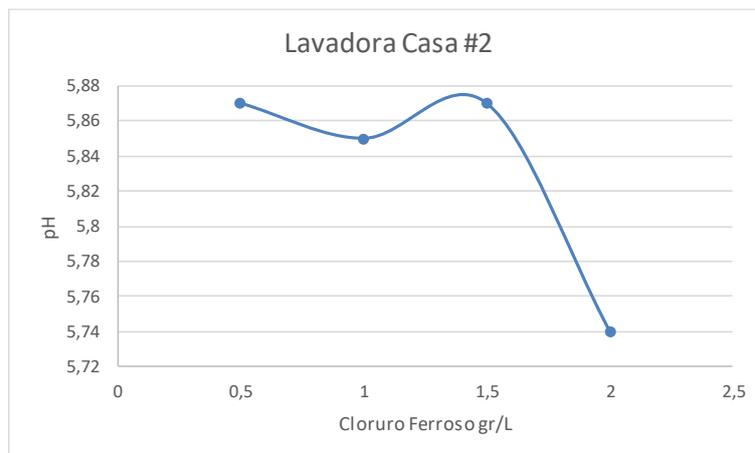


Figura 60: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro ferroso (sector V).

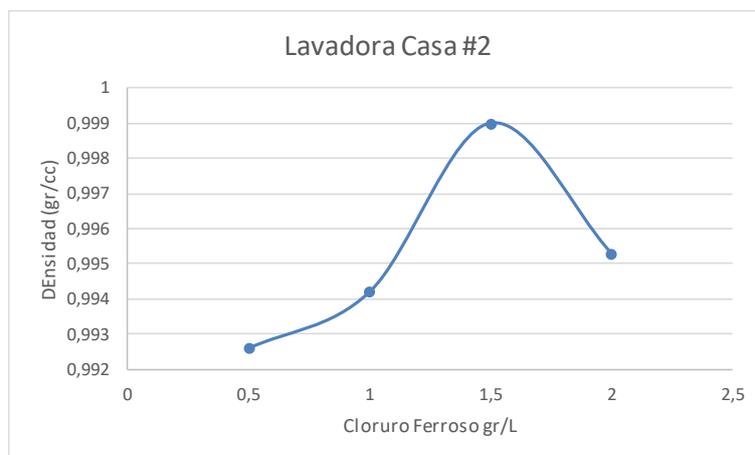


Figura 61: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro ferroso (sector V)

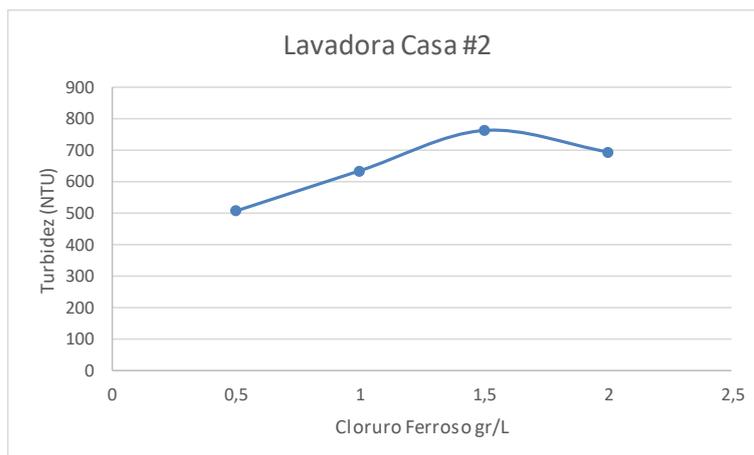


Figura 62: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro ferroso (sector V).

## Lavaplatos

### Cloruro Férrico

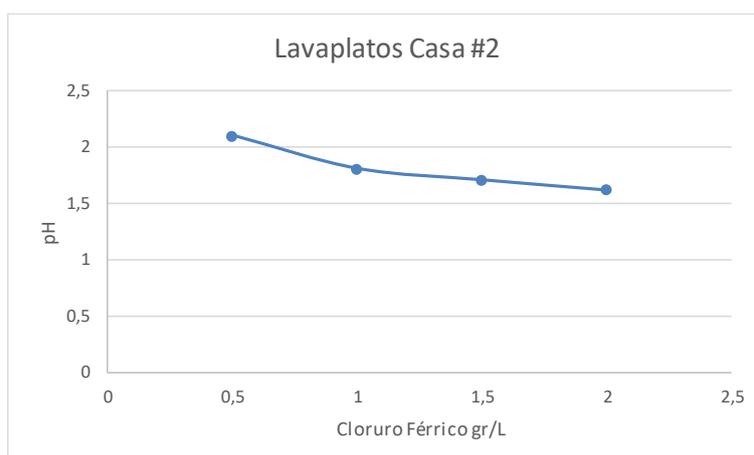


Figura 63: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro férrico (sector V).

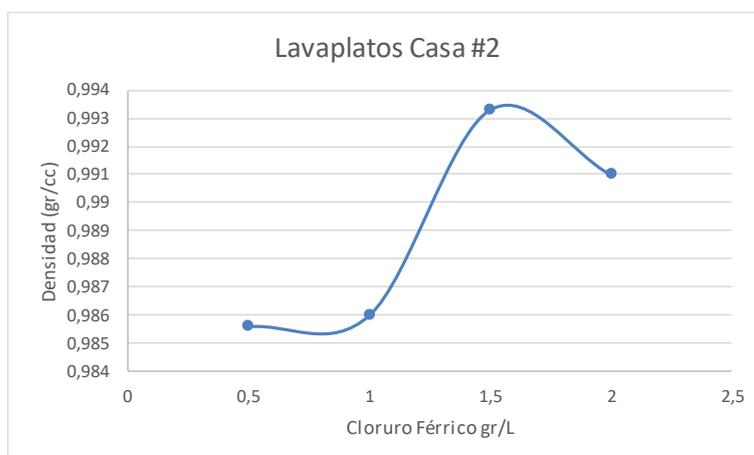


Figura 64: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro férrico (sector V).

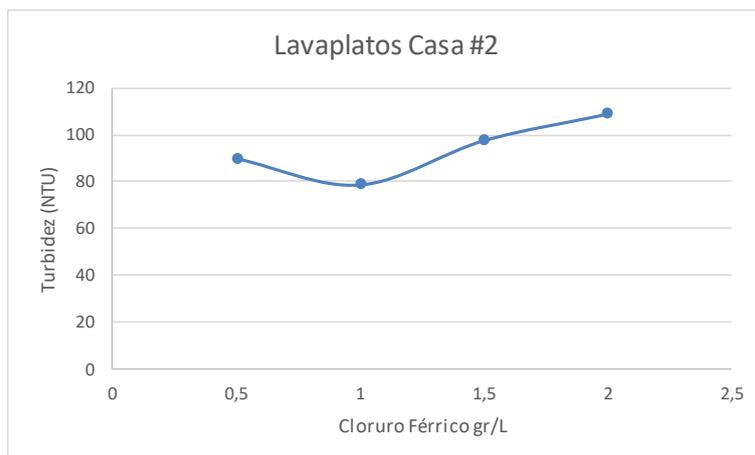


Figura 65: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro férrico (sector V).

## Lavamanos

### Sulfato Ferroso

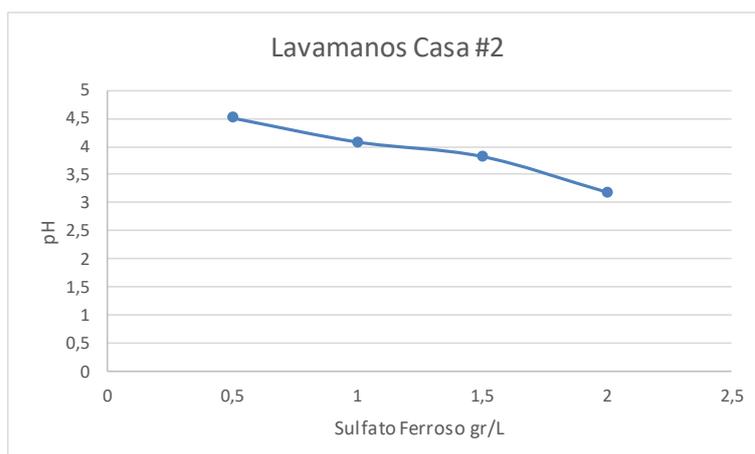


Figura 66: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato ferroso (sector V).

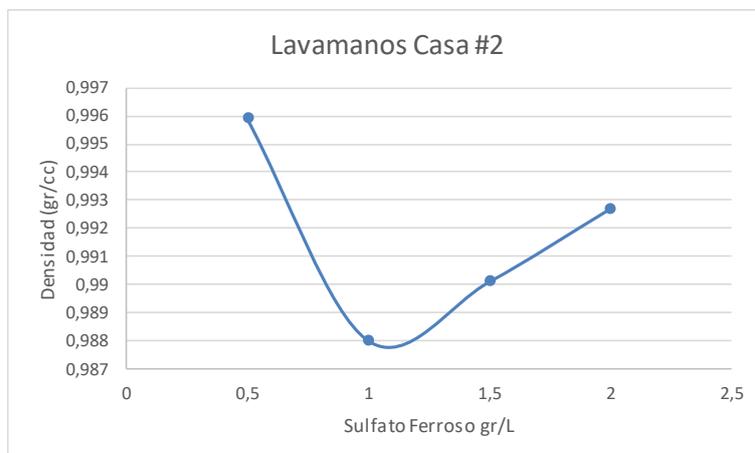


Figura 67: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato ferroso (sector V).

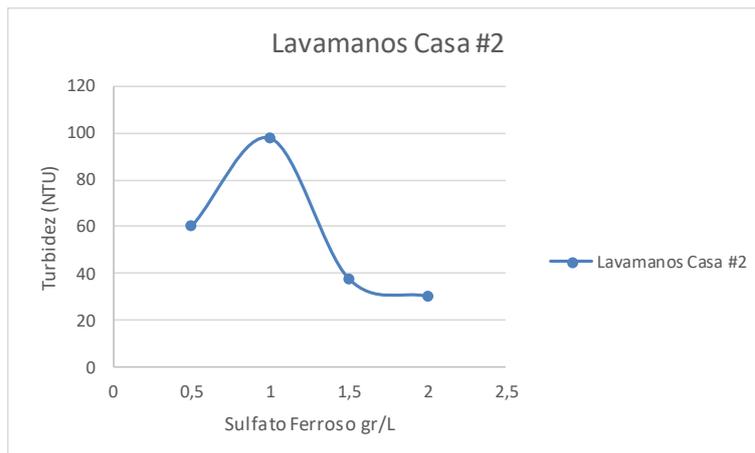


Figura 68: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato ferroso (sector V).

### Regadera Sulfato Férrico

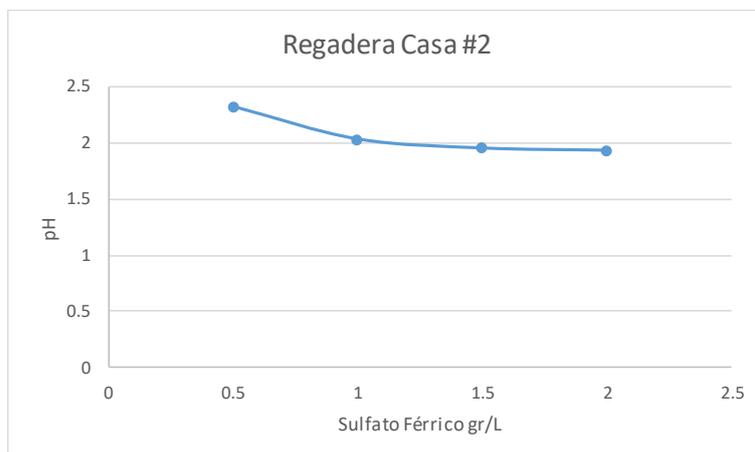


Figura 69: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato férrico (sector V).

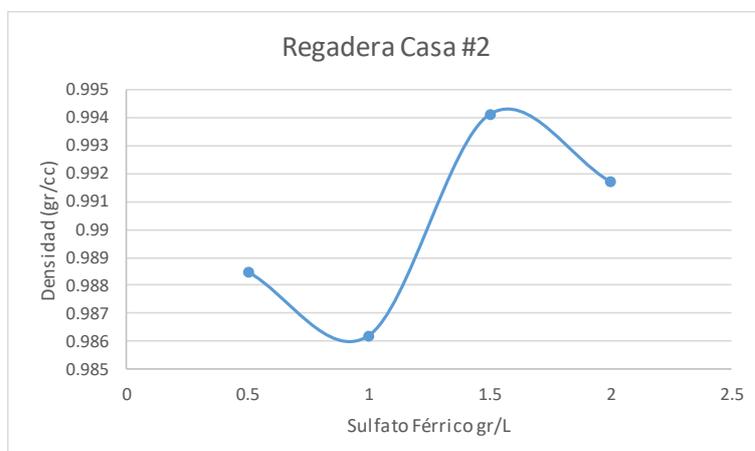


Figura 70: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato férrico (sector V).

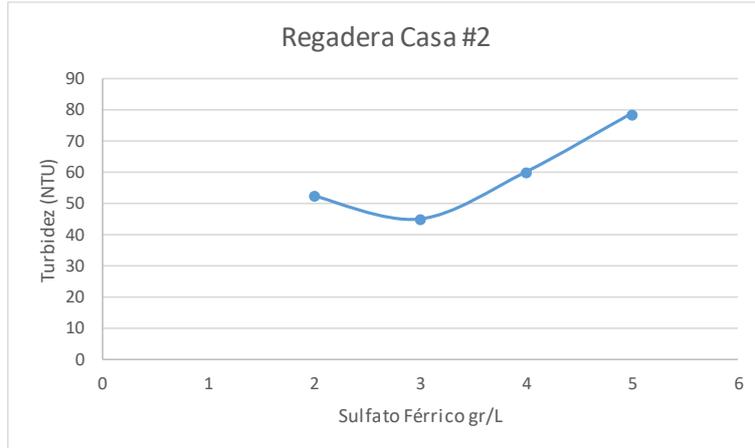


Figura 71: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato férrico (sector V).

## Sector VI

El sector VI se encuentra al lado sureste de la ciudad, la casa habitación tiene por dirección Pablo Moncayo 18, Col. Las Lomas.

## Lavadora

### Cloruro Ferroso

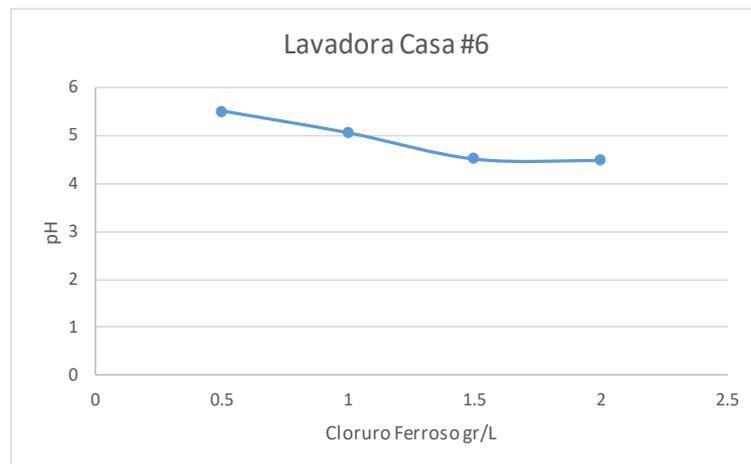


Figura 72: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro ferroso (sector VI).

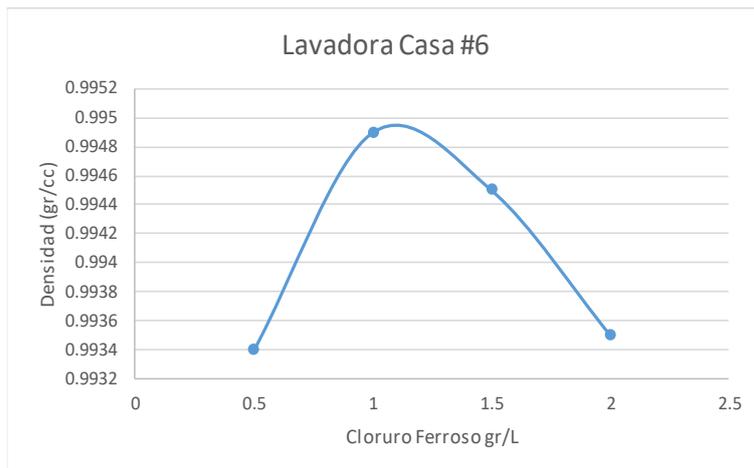


Figura 73: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro ferroso (sector VI)

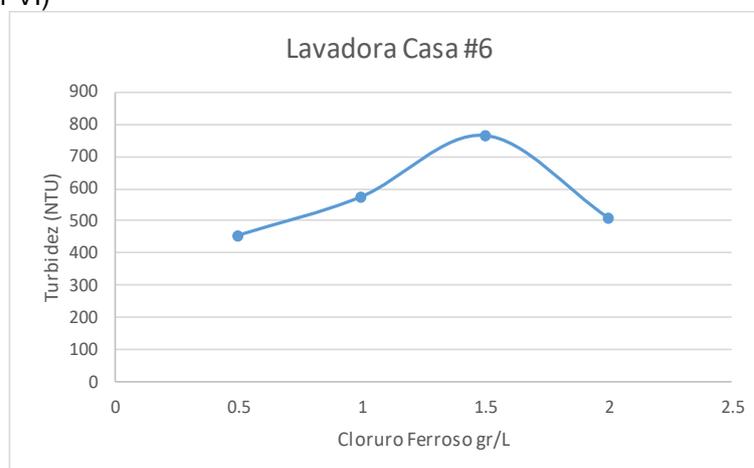


Figura 74: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro ferroso (sector VI).

## Lavaplatos

### Cloruro Férrico

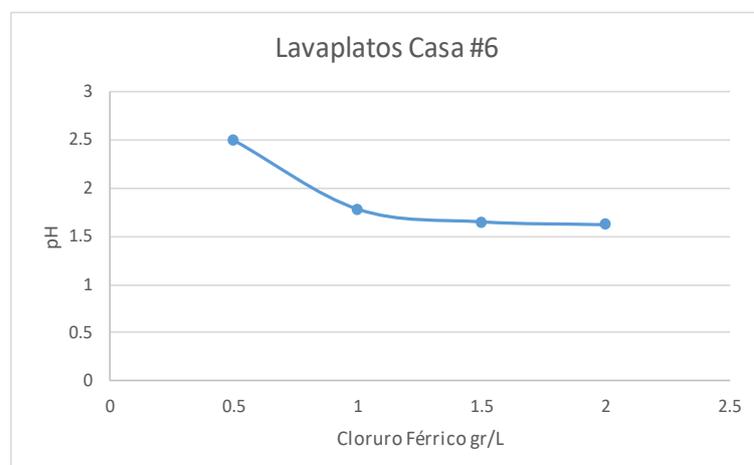


Figura 75: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro férrico (sector VI).

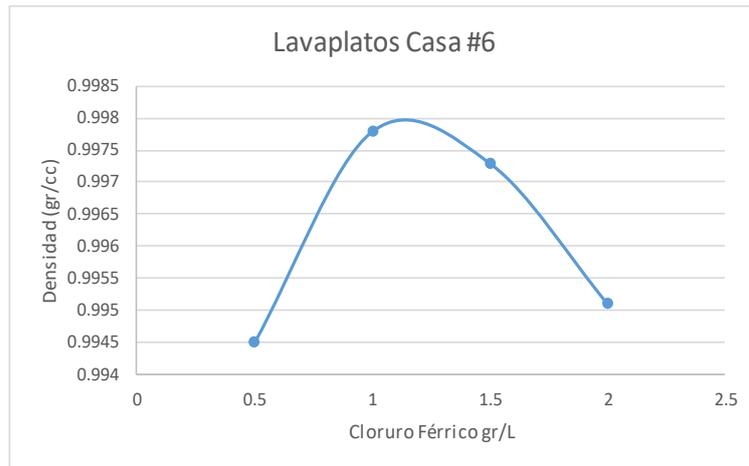


Figura 76: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro férrico (sector VI).

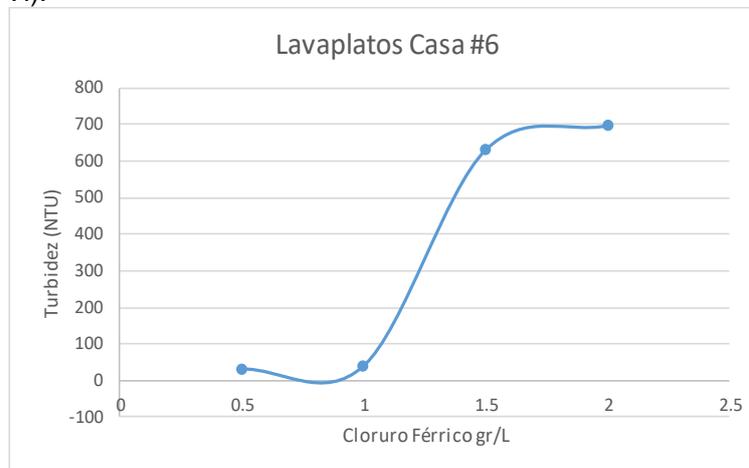


Figura 77: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro férrico (sector VI).

**Lavamanos**

**Sulfato Ferroso**

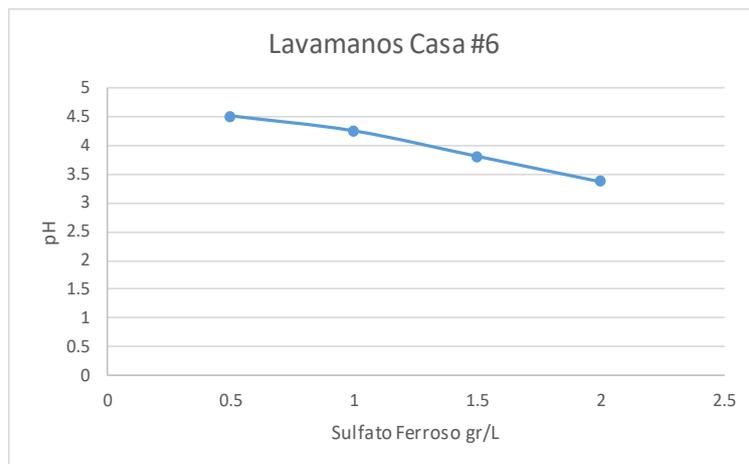


Figura 78: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato ferroso (sector VI).

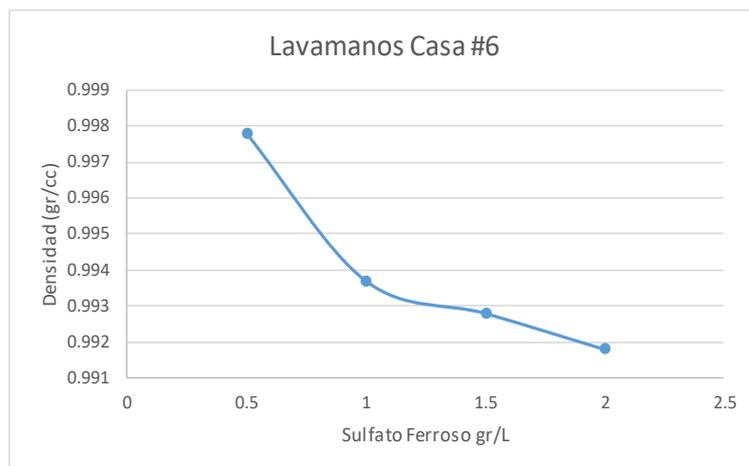


Figura 79: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato ferroso (sector VI).

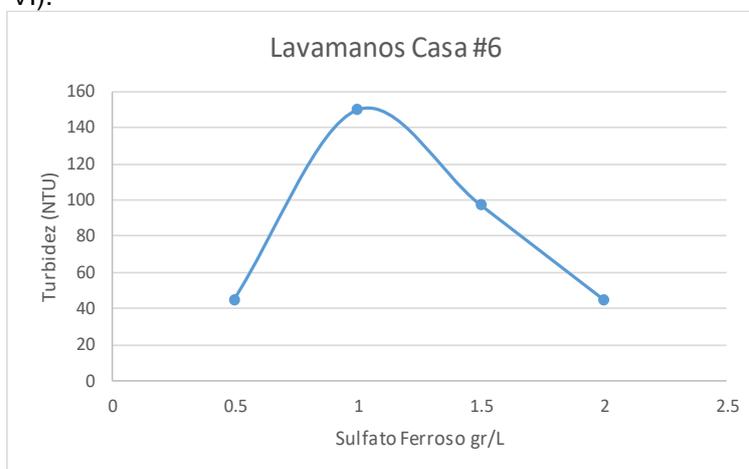


Figura 80: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato ferroso (sector VI).

### Regadera Sulfato Férrico

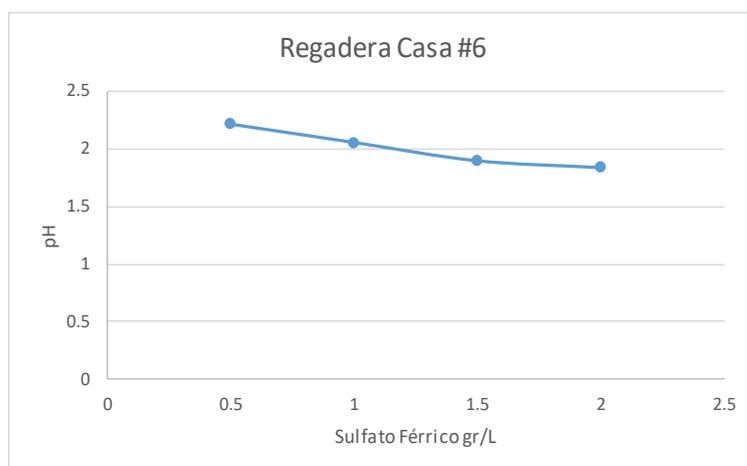


Figura 81: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato férrico (sector VI).

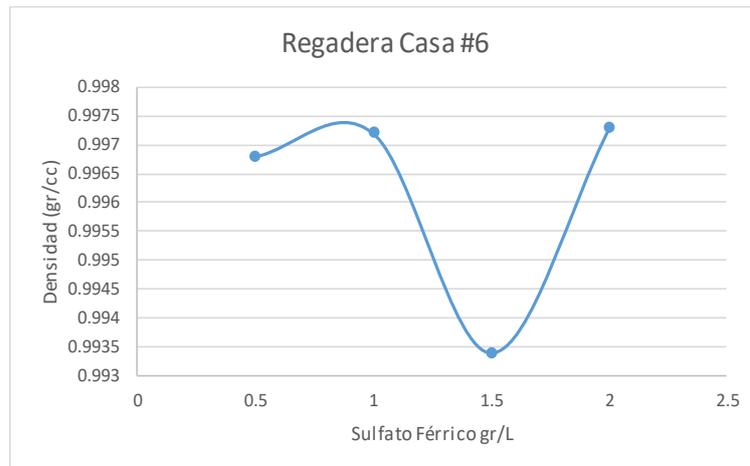


Figura 82: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato férrico (sector VI).

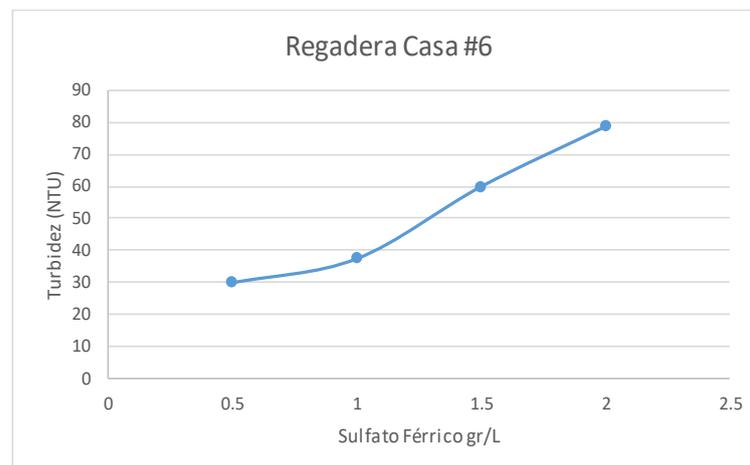


Figura 83: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato férrico (sector VI).

## Gráficas comparativas.

Comparamos los un sector específico de todas las viviendas en una sola gráfica, por ejemplo, Lavaplatos de sector 1, 2, 3, 4, 5 y 6 para ver si su comportamiento es consistente.

## Cloruro Ferroso. Lavadora

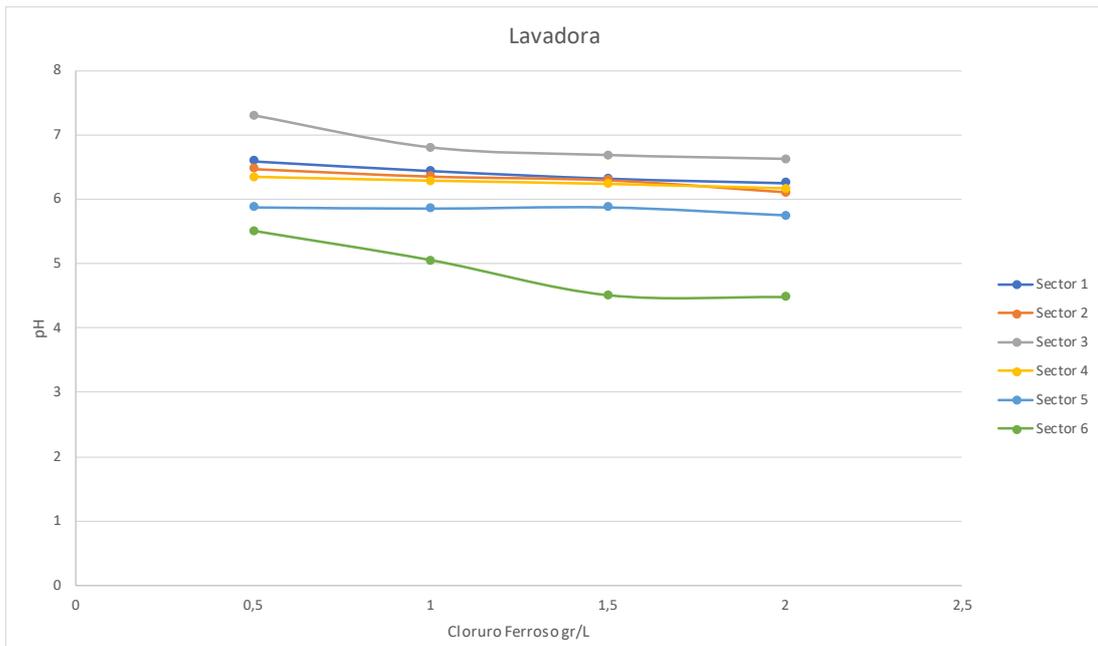


Figura 84: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro ferroso en agua de lavadora (todos los sectores).

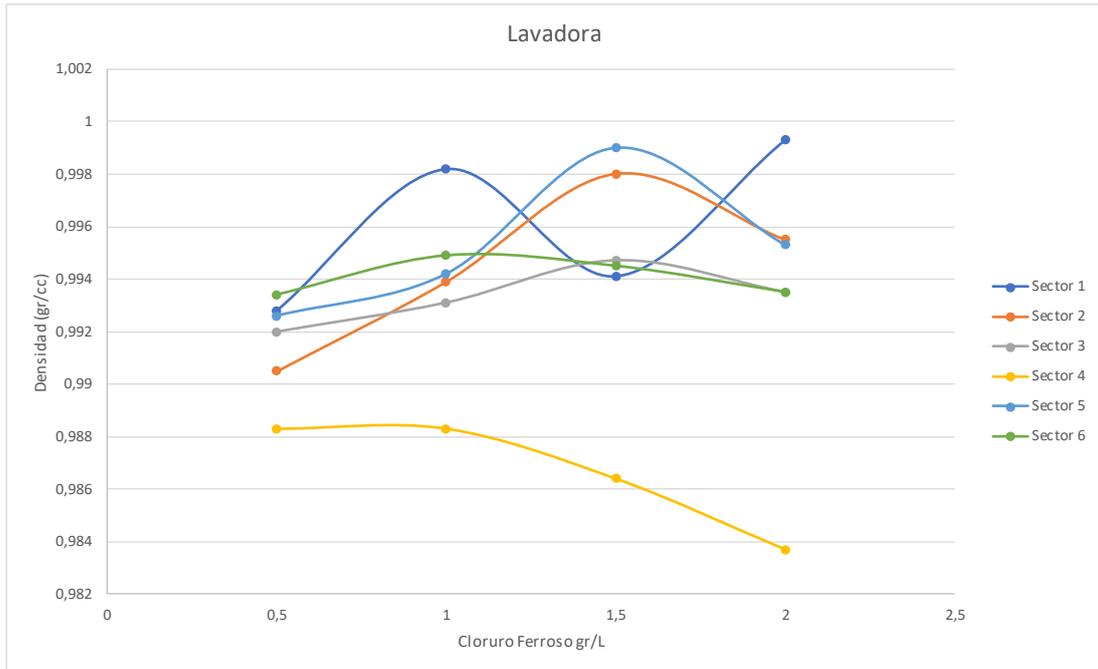


Figura 85: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro ferroso en agua de lavadora (todos los sectores).

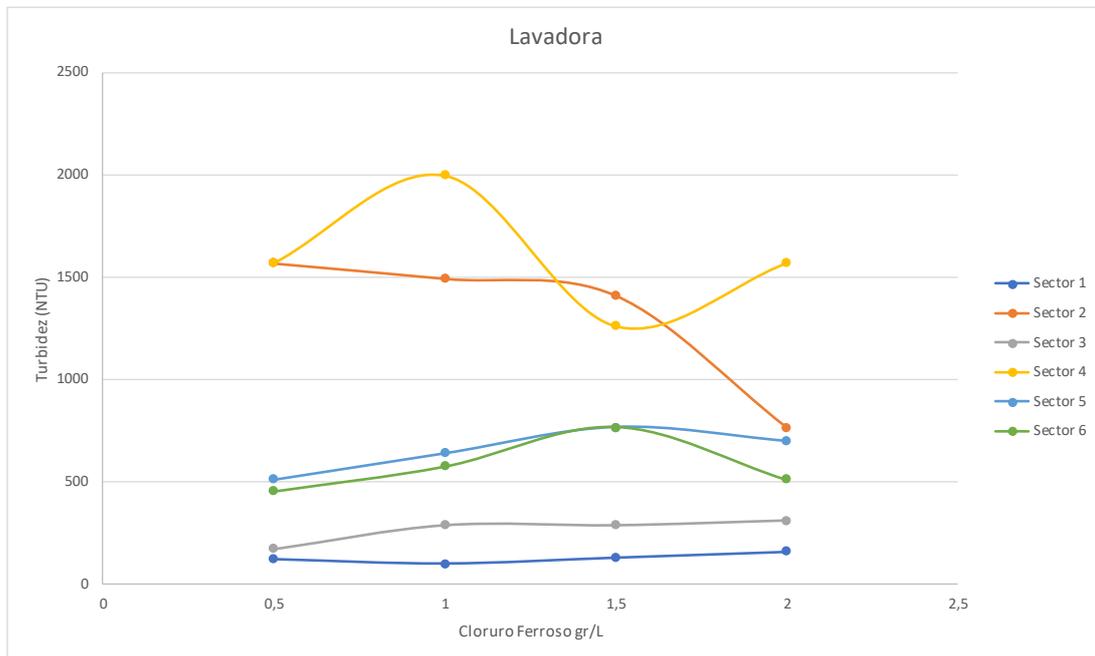


Figura 86: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro ferroso en agua de lavadora (todos los sectores).

## Lavamanos

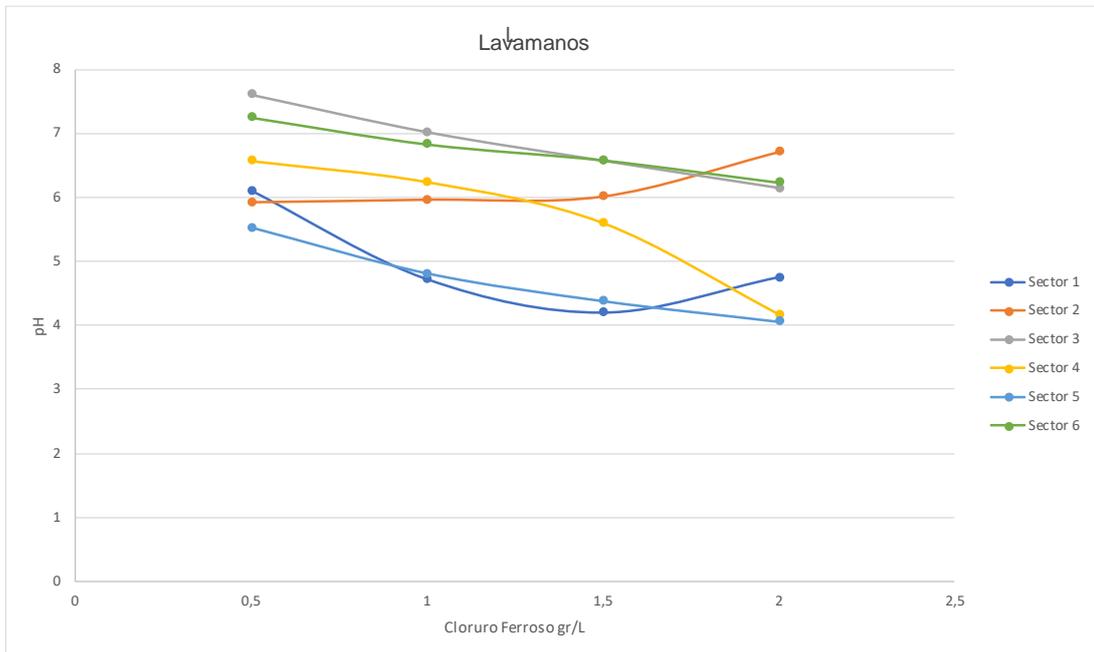


Figura 87: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro ferroso en agua de lavamanos (todos los sectores).

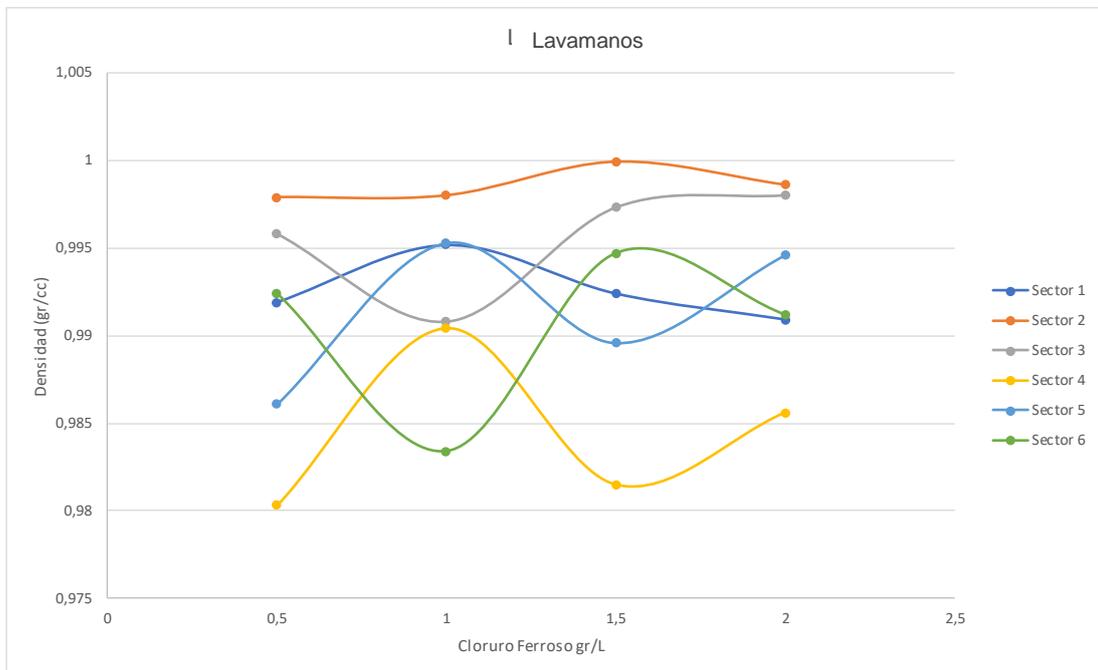


Figura 88: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro ferroso en agua de lavamanos (todos los sectores).

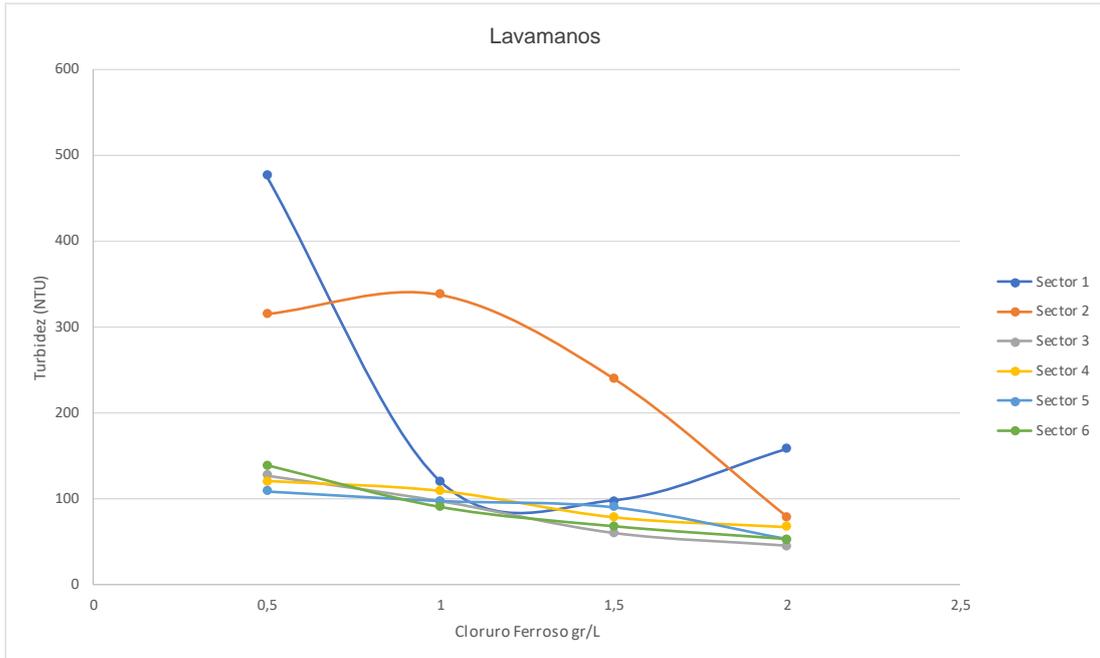


Figura 89: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro ferroso en agua de lavamanos (todos los sectores).

## Lavaplatos

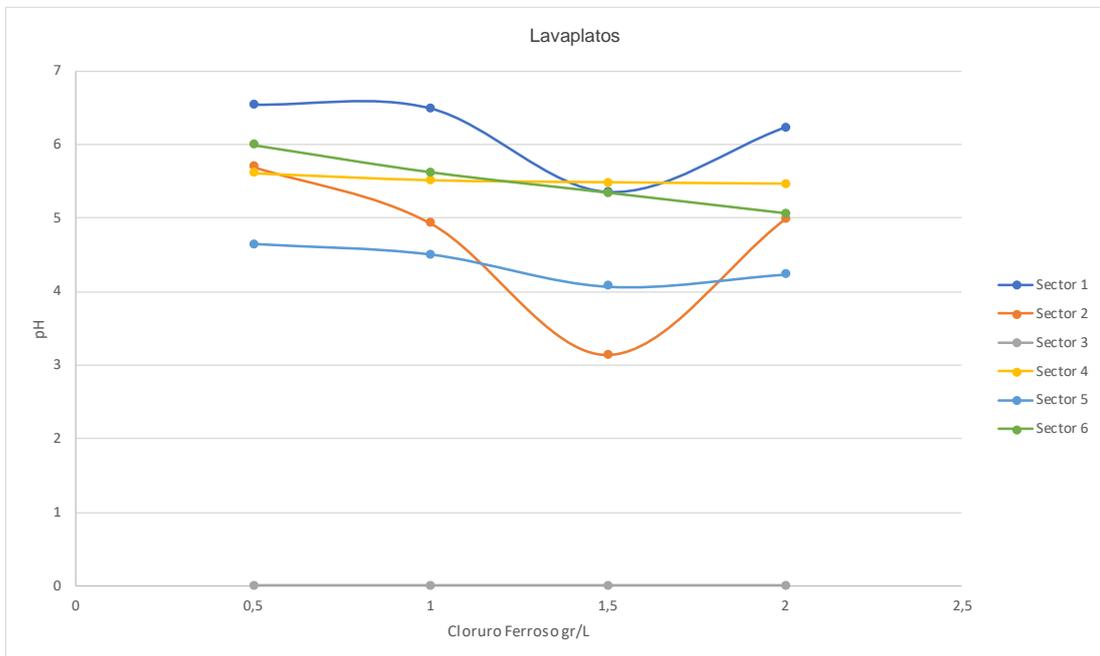


Figura 90: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro ferroso en agua de lavaplatos (todos los sectores).

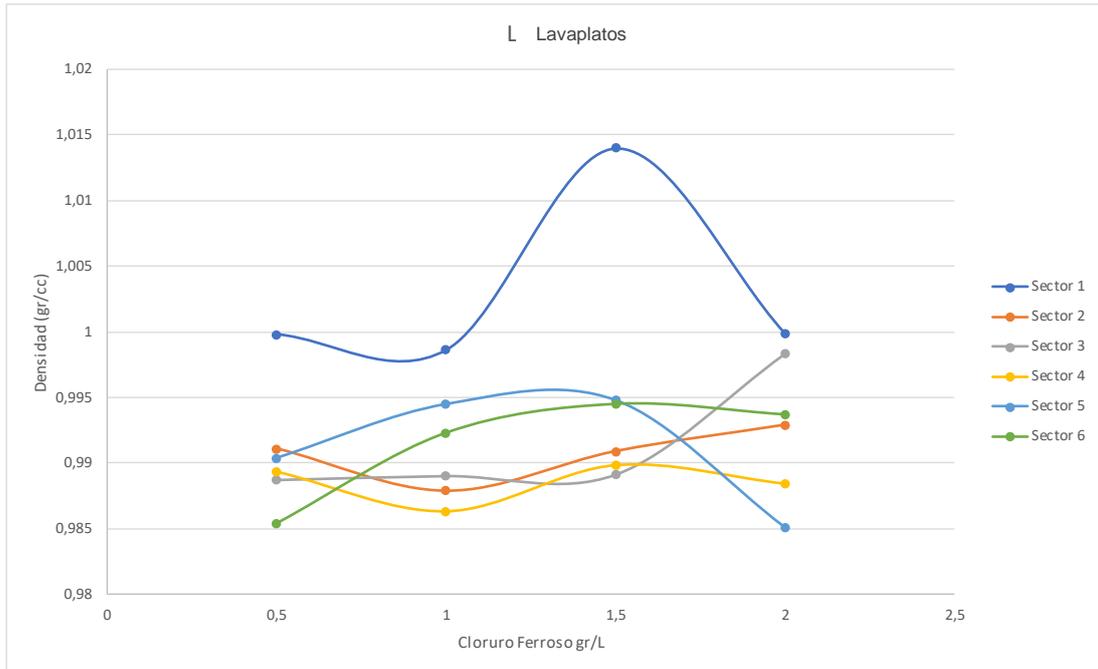


Figura 91: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro ferroso en agua de lavaplatos (todos los sectores).

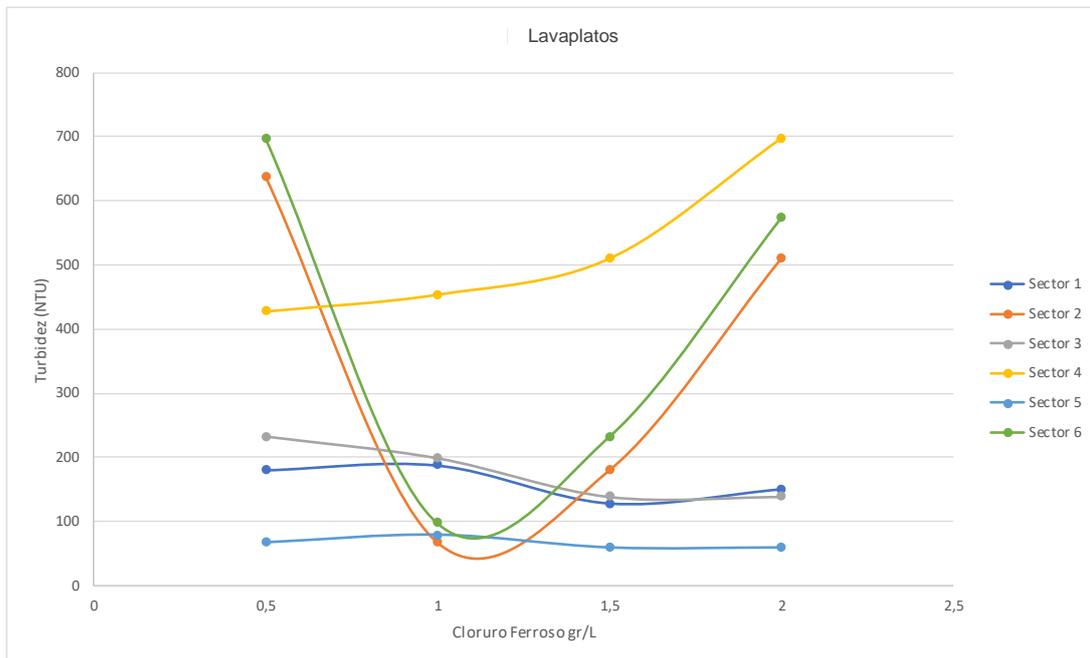


Figura 92: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro ferroso en agua de lavaplatos (todos los sectores).

## Regadera

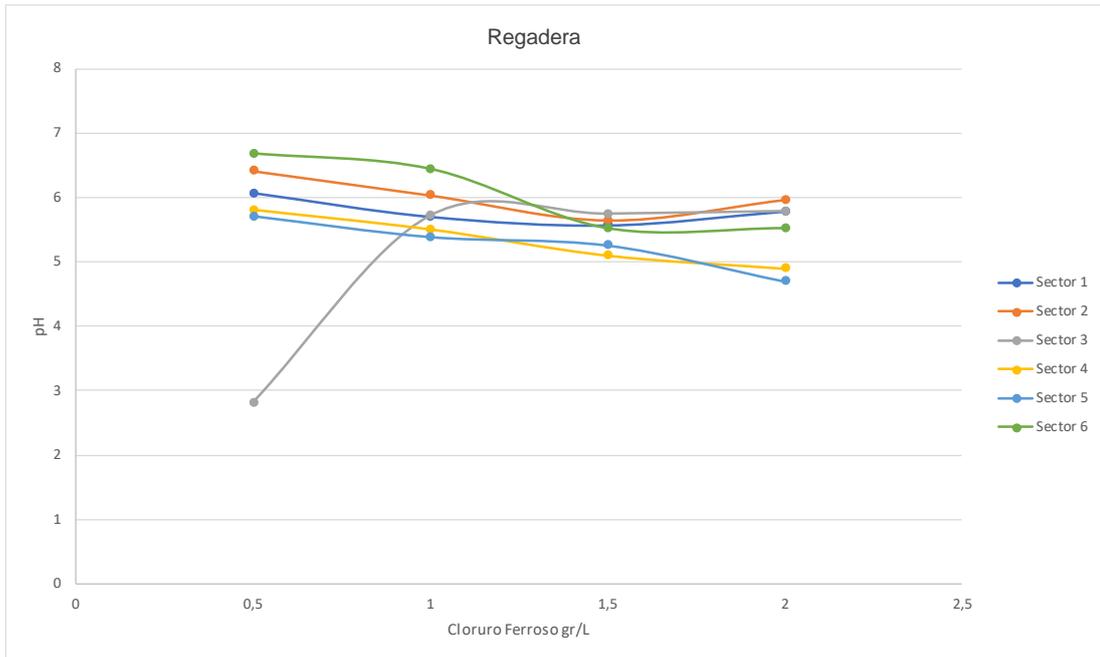


Figura 93: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro ferroso en agua de regadera (todos los sectores).

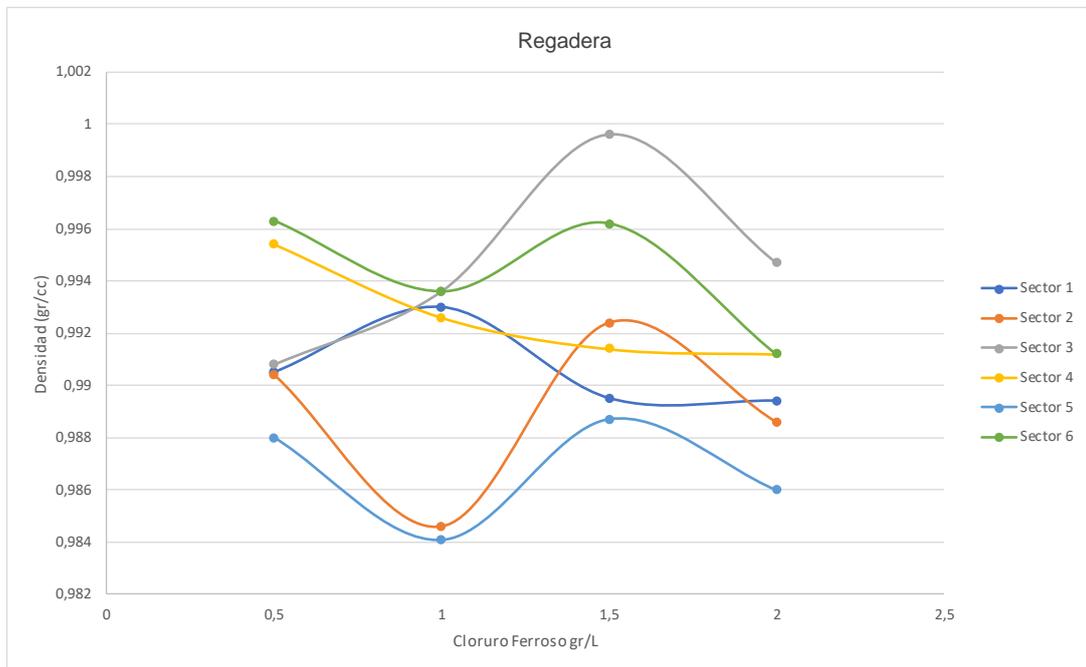


Figura 94: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro ferroso en agua de regadera (todos los sectores).

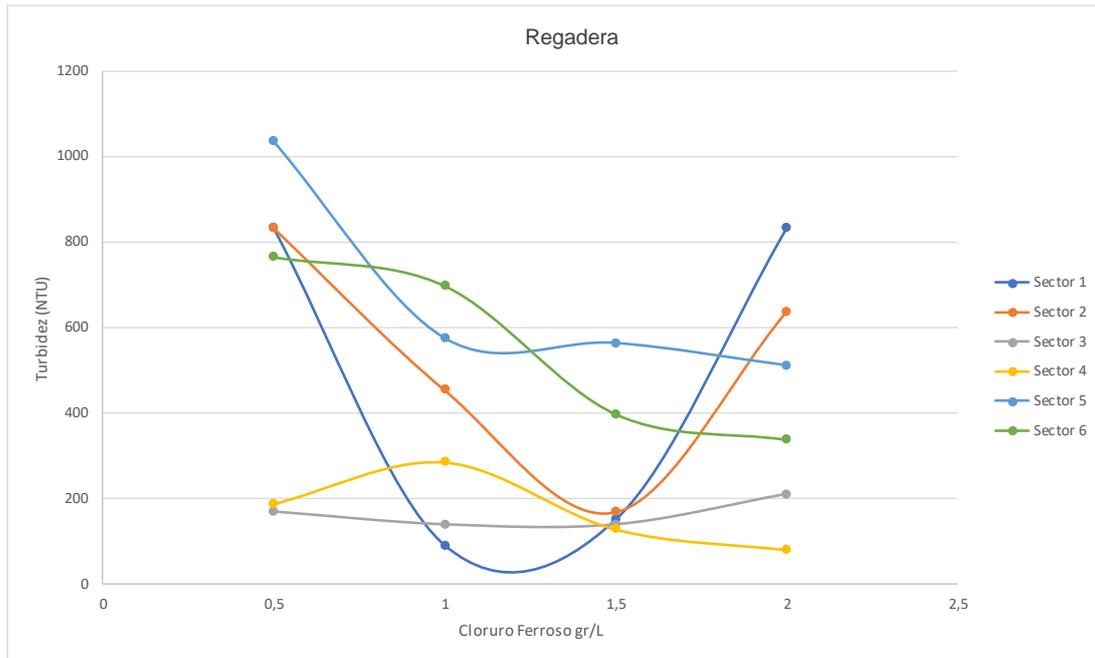


Figura 95: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro ferroso en agua de regadera (todos los sectores).

## Cloruro Férrico.

### Lavadora

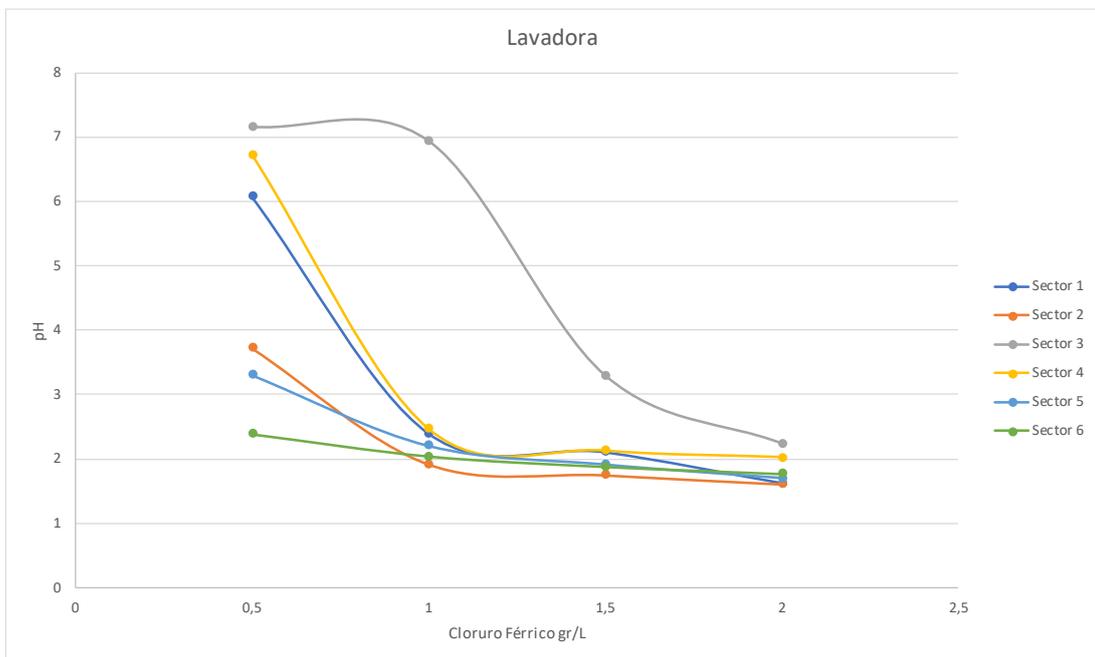


Figura 96: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro férrico en agua de lavadora (todos los sectores).

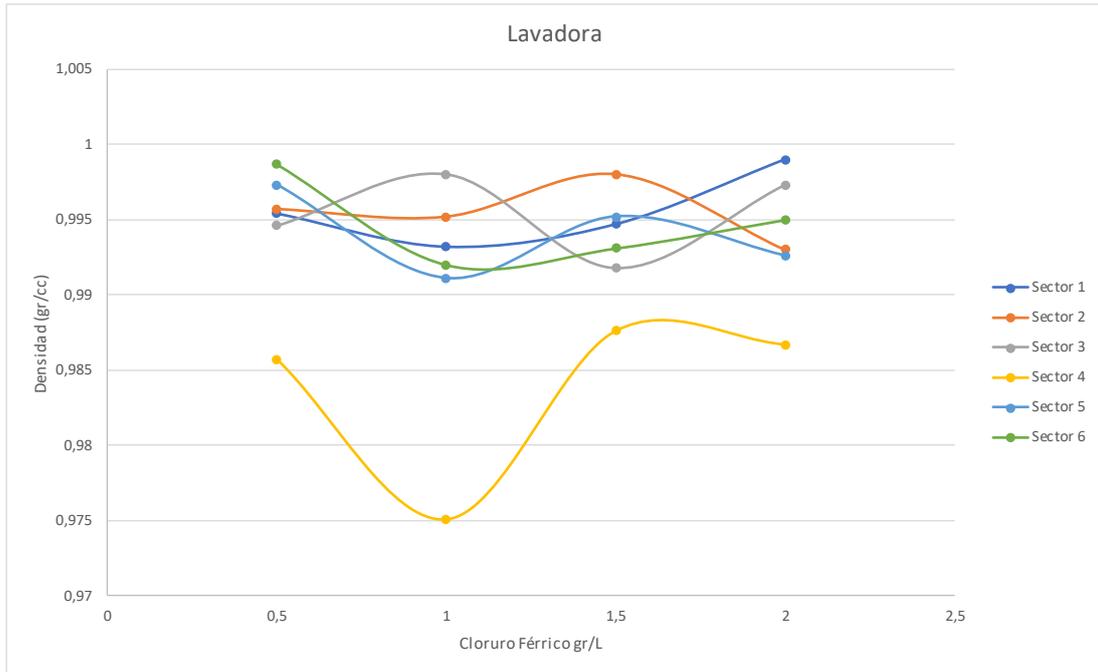


Figura 97: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro férrico en agua de lavadora (todos los sectores).

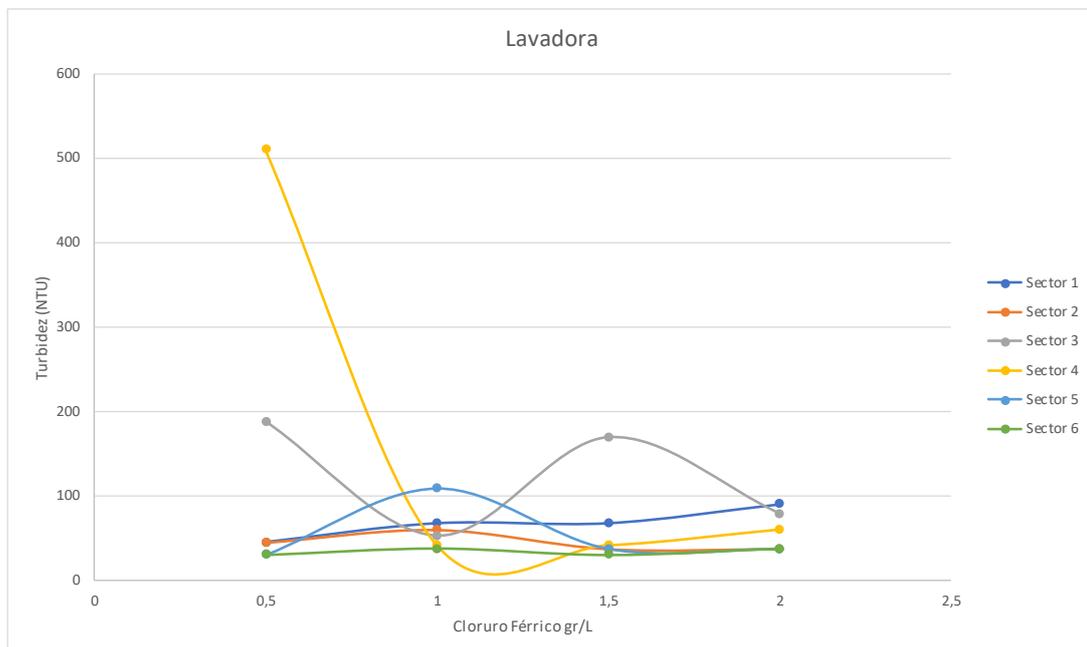


Figura 98: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro férrico en agua de lavadora (todos los sectores).

## Lavamanos

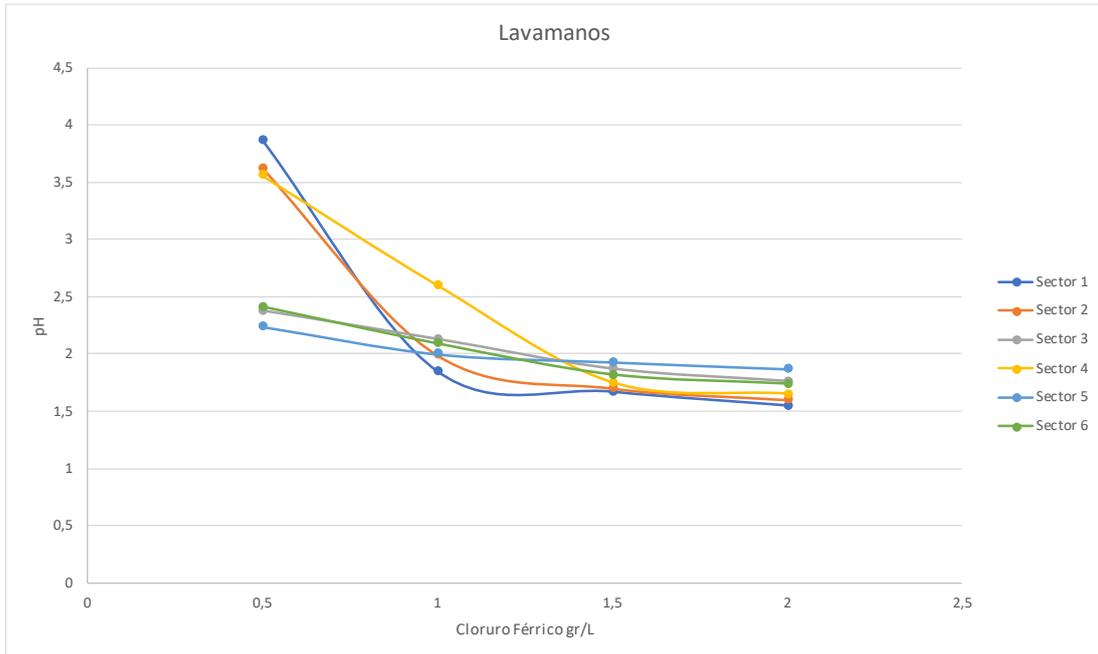


Figura 99: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro férrico en agua de lavamanos (todos los sectores).

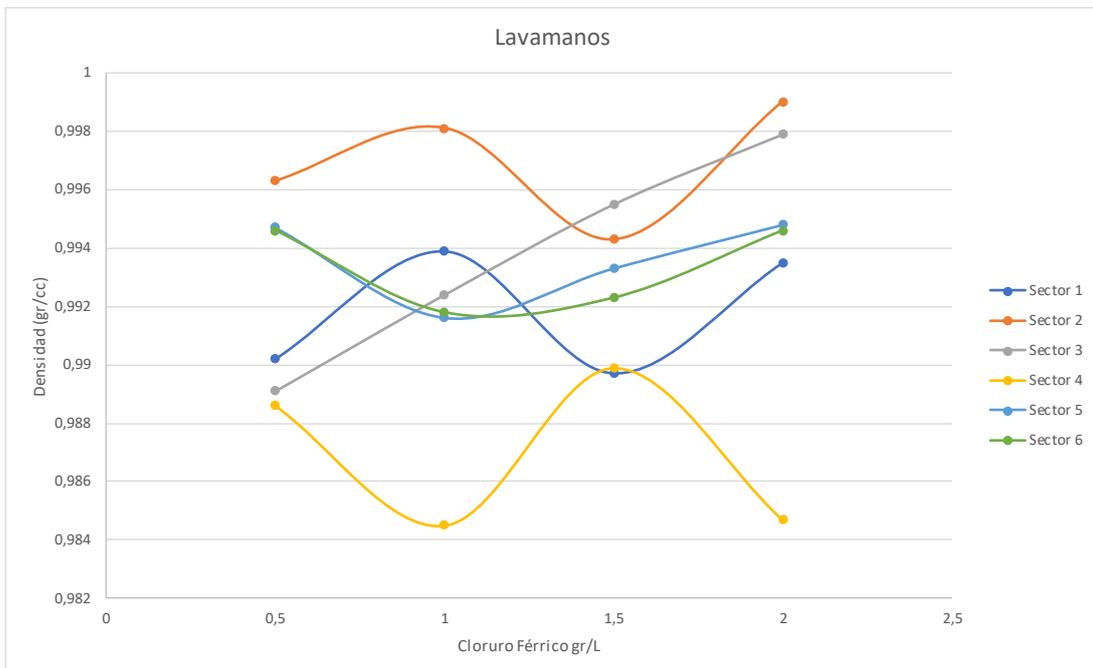


Figura 100: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro férrico en agua de lavamanos (todos los sectores).

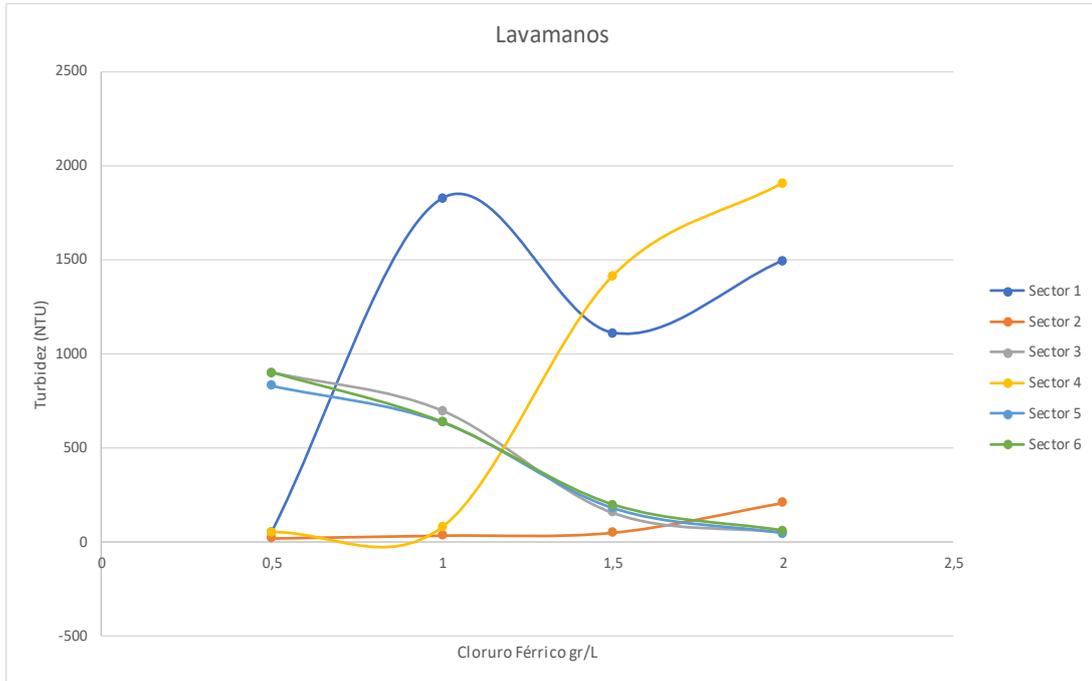


Figura 101: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro férrico en agua de lavamanos (todos los sectores).

### Lavaplatos

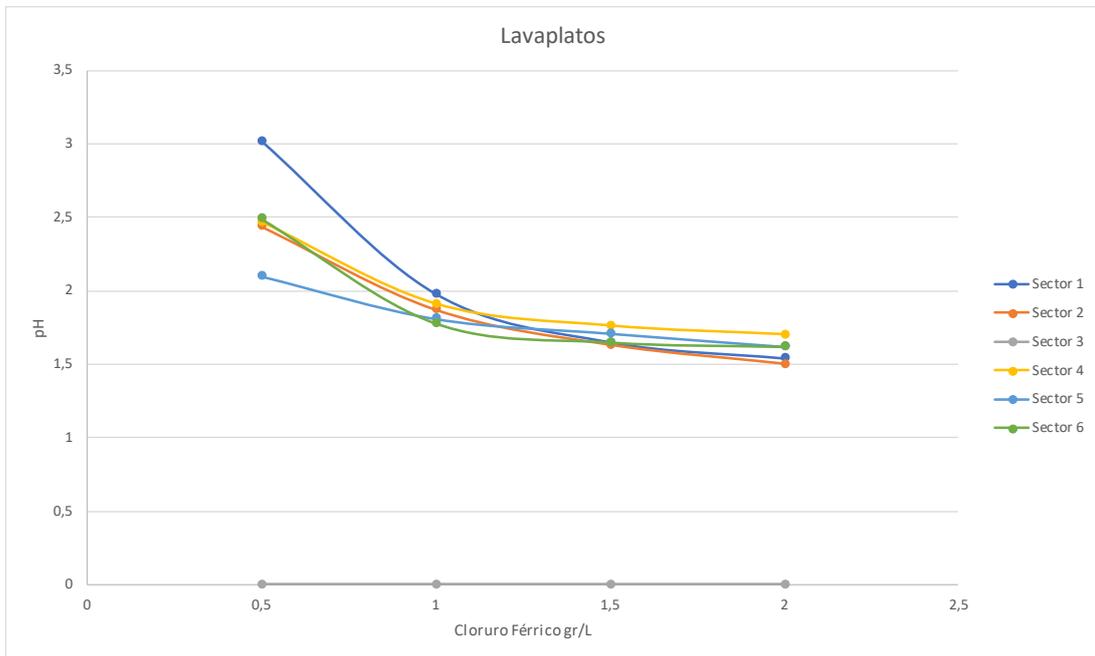


Figura 102: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro férrico en agua de lavaplatos (todos los sectores).

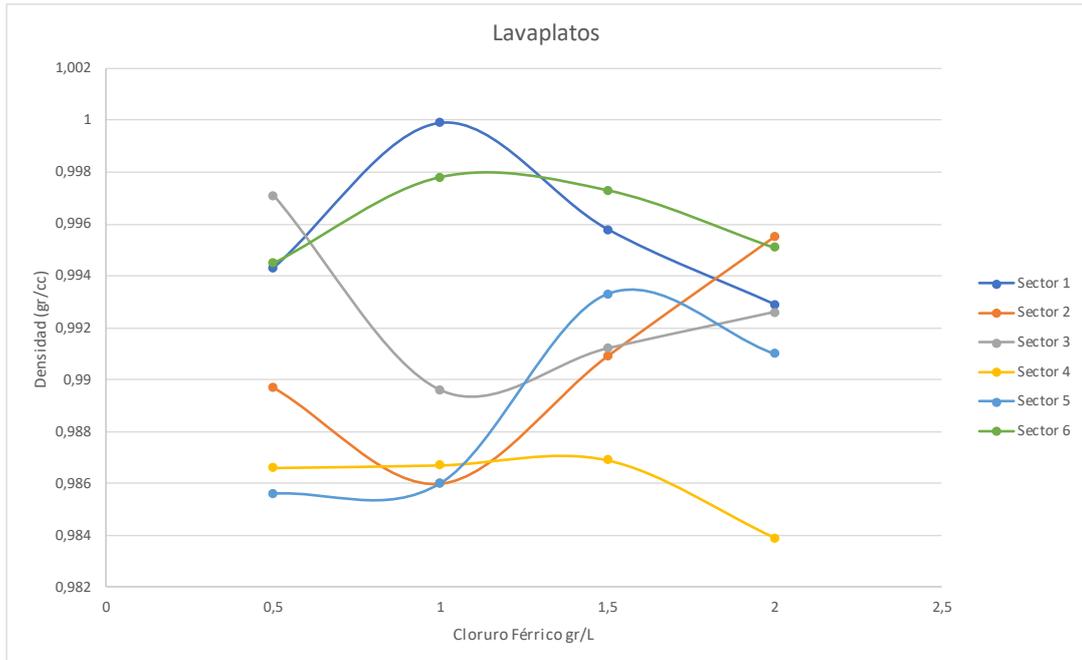


Figura 103: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro férrico en agua de lavaplatos (todos los sectores).

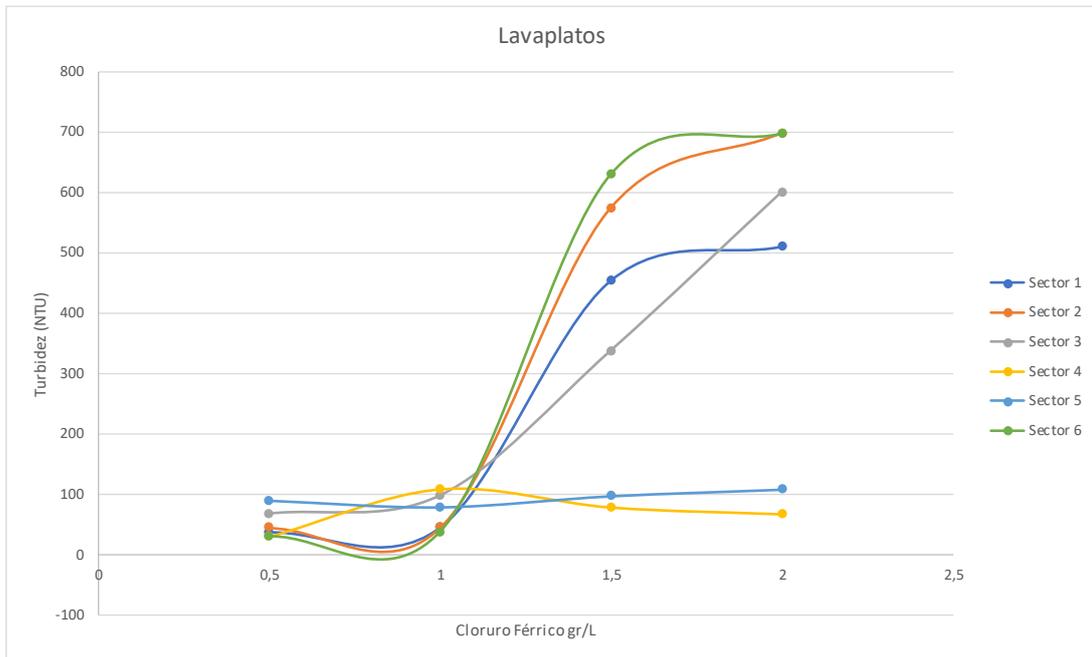


Figura 104: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro férrico en agua de lavaplatos (todos los sectores).

## Regadera

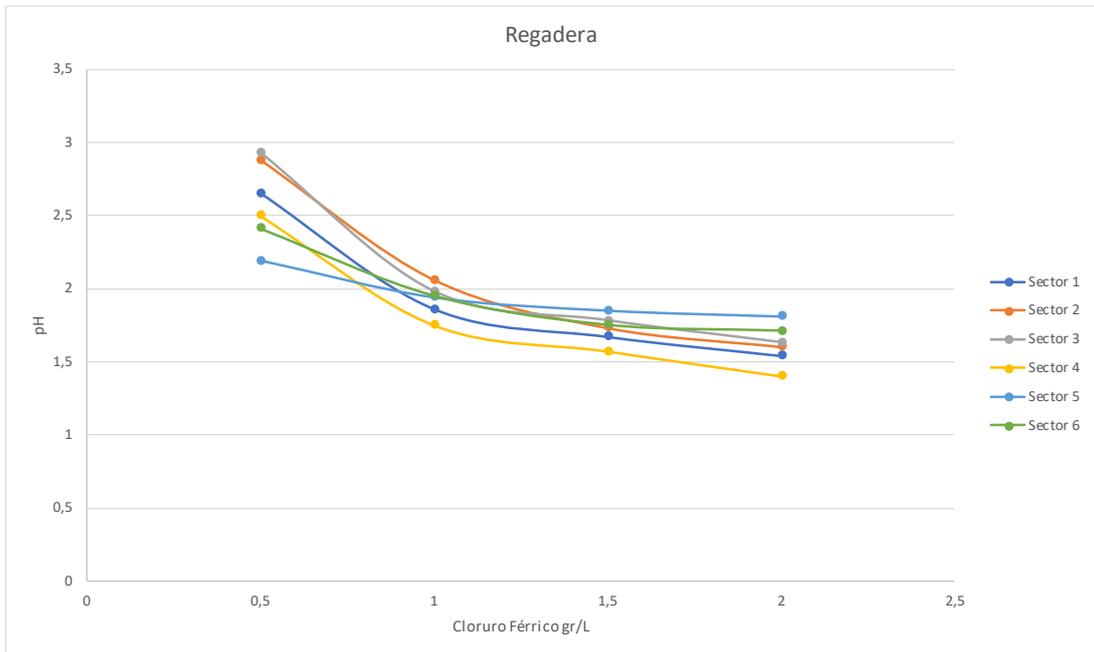


Figura 105: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando cloruro férrico en agua de regadera (todos los sectores).

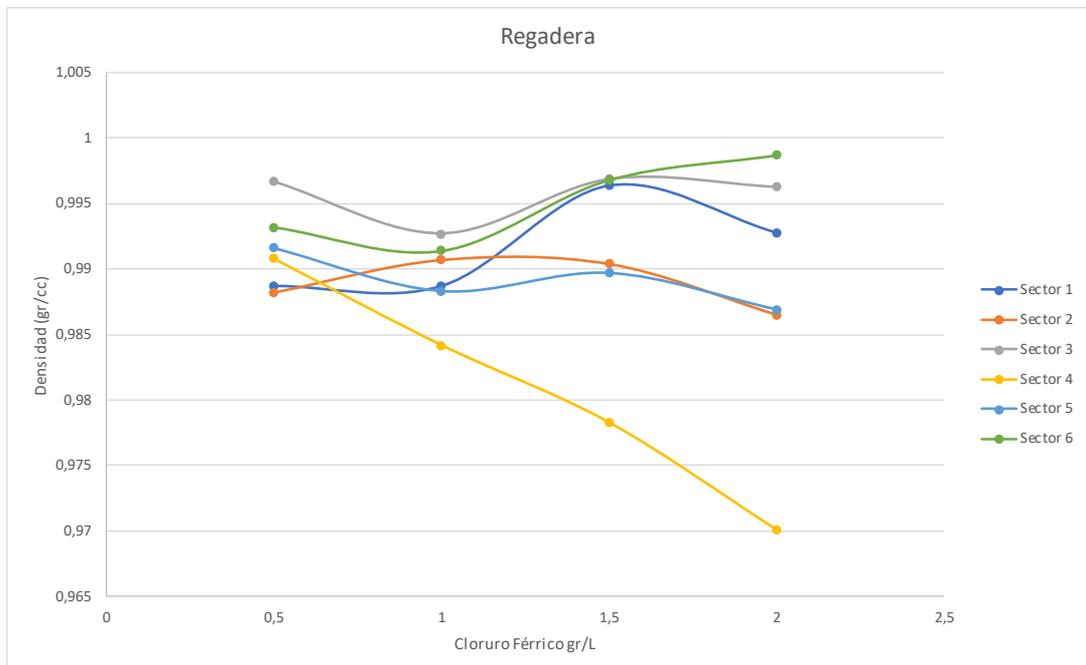


Figura 106: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando cloruro férrico en agua de regadera (todos los sectores).

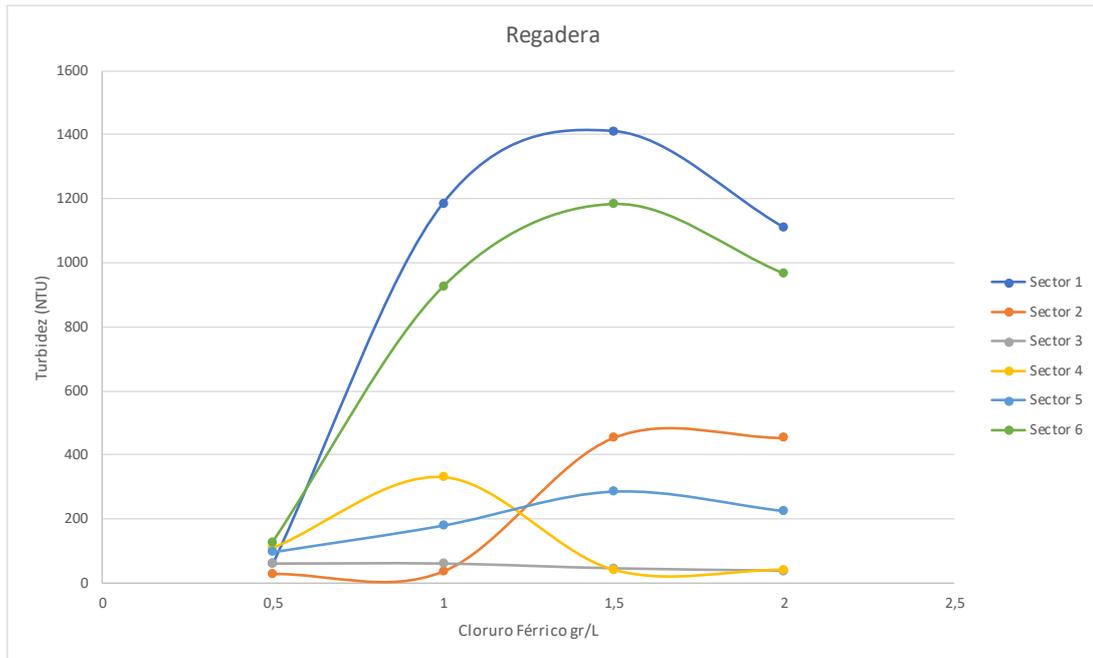


Figura 107: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando cloruro férrico en agua de regadera (todos los sectores).

## Sulfato Ferroso.

### Lavadora

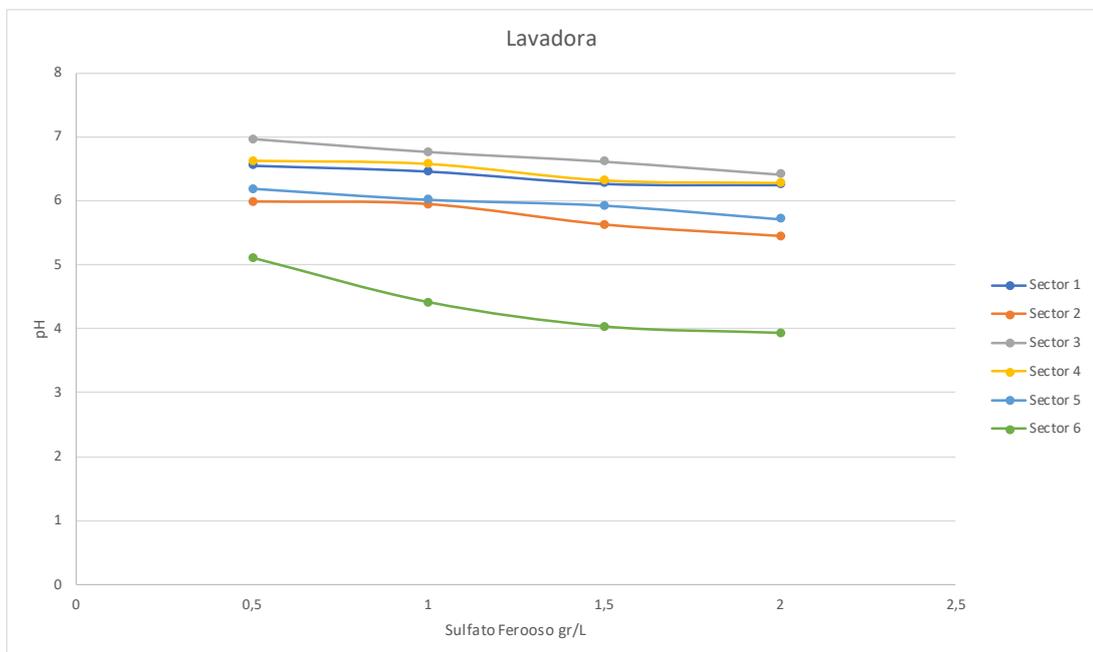


Figura 108: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato ferroso en agua de lavadora (todos los sectores).

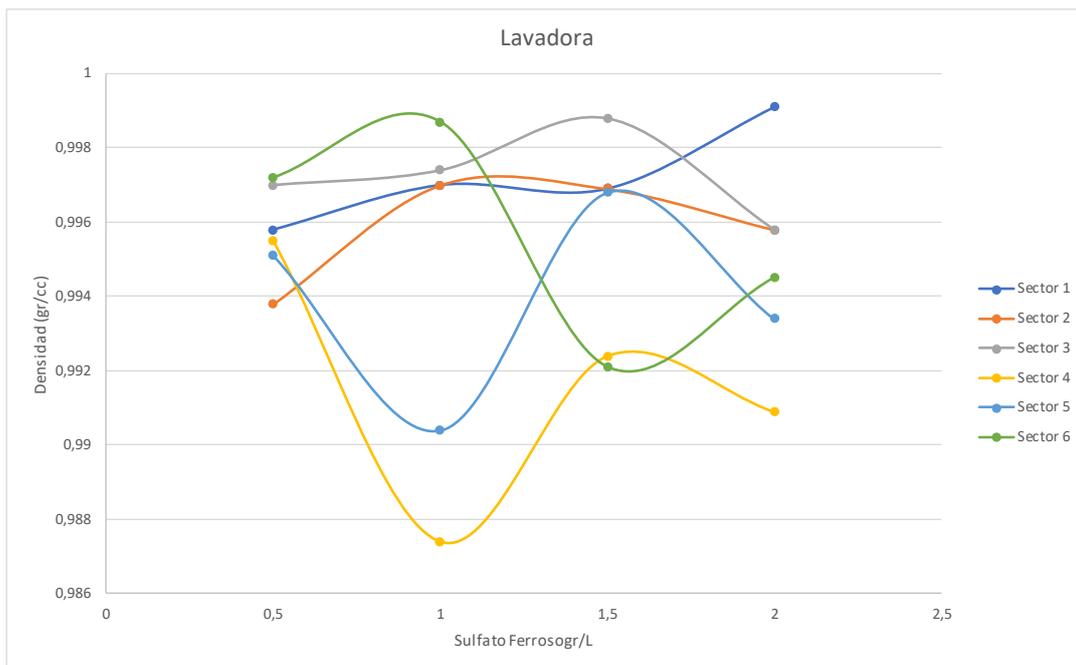


Figura 109: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato ferroso en agua de lavadora (todos los sectores).

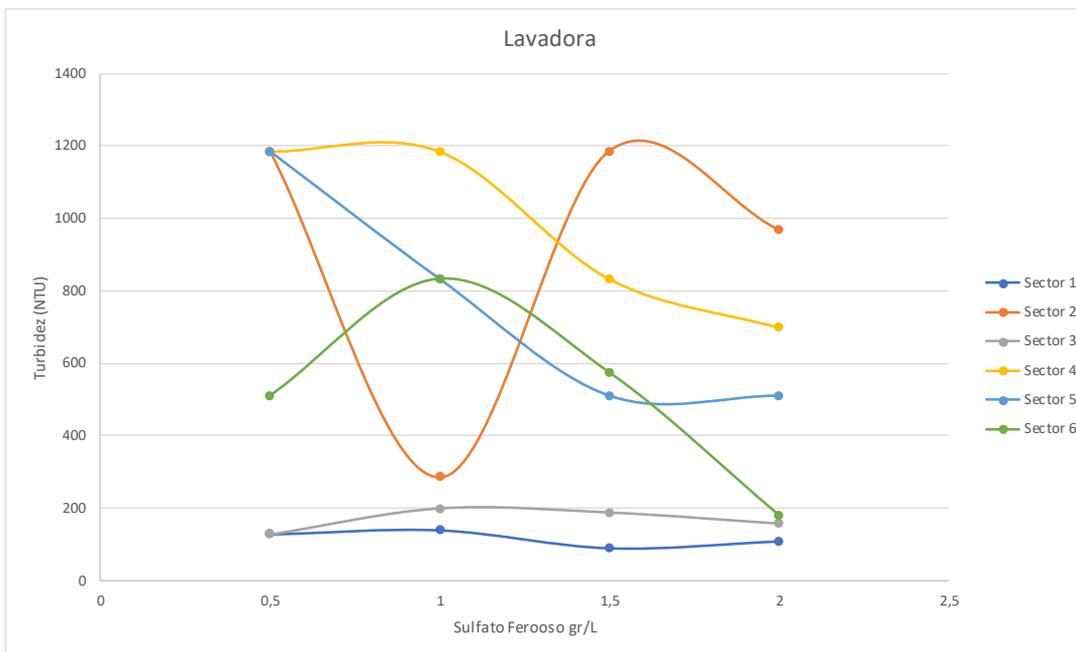


Figura 110: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato ferroso en agua de lavadora (todos los sectores).

## Lavamanos

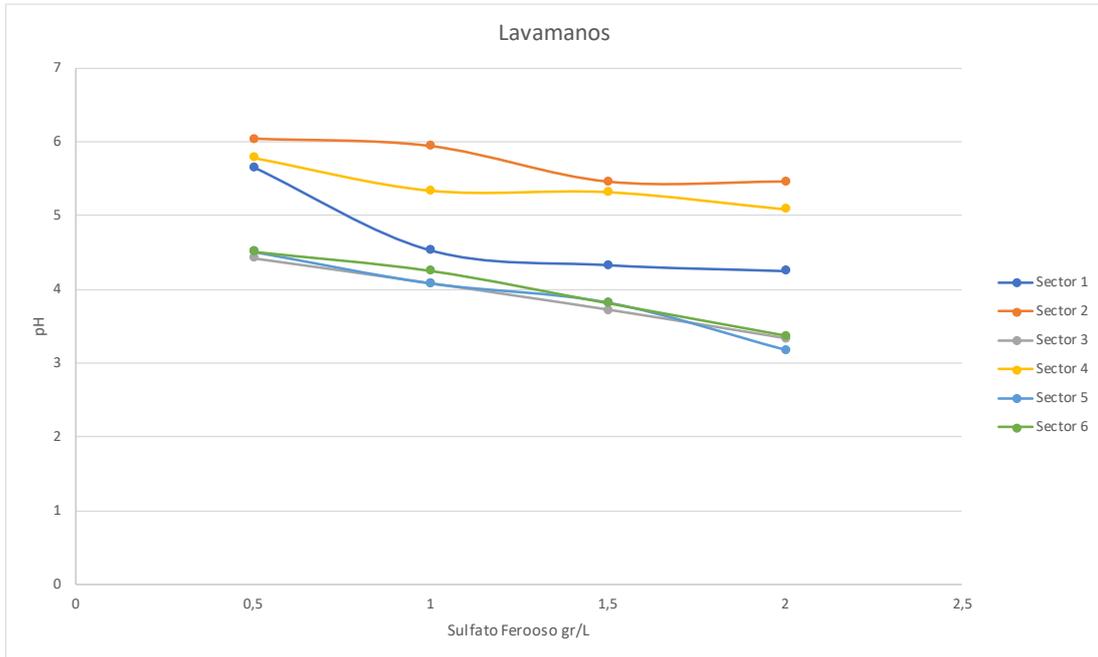


Figura 111: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato ferroso en agua de lavamanos (todos los sectores).

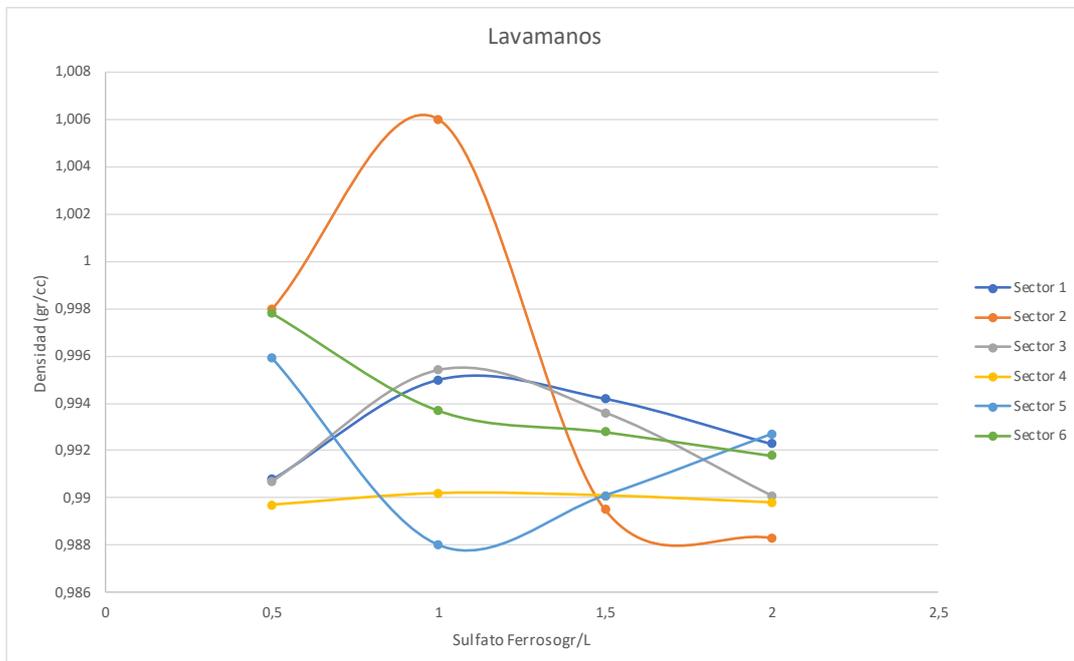


Figura 112: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato ferroso en agua de lavamanos (todos los sectores).

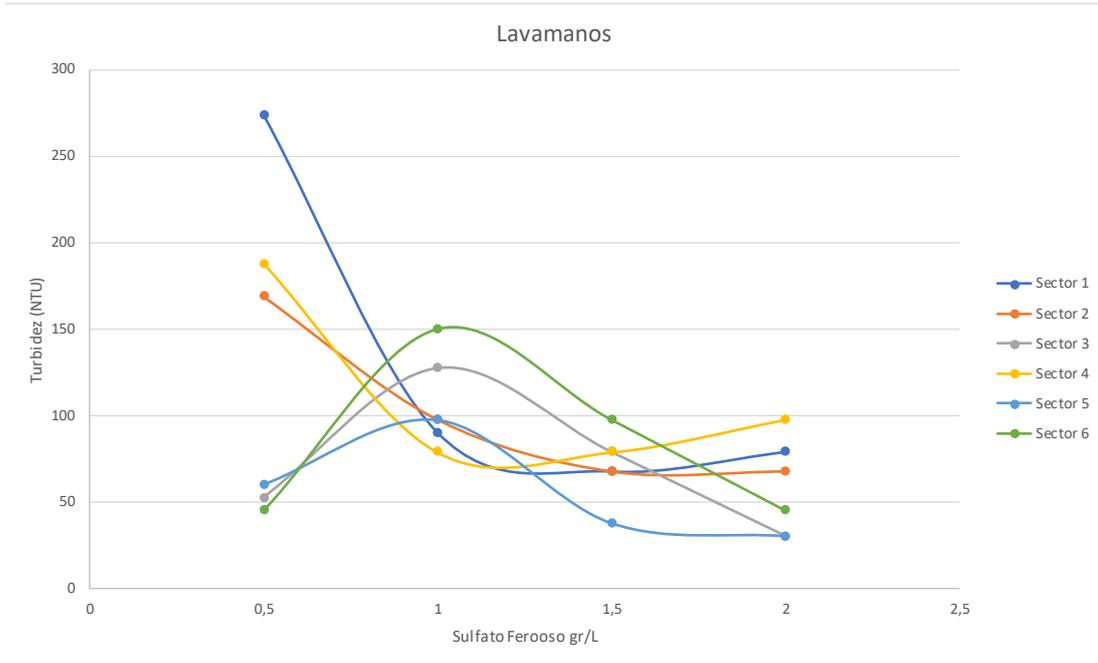


Figura 113: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato ferroso en agua de lavamanos (todos los sectores).

### Lavaplatos

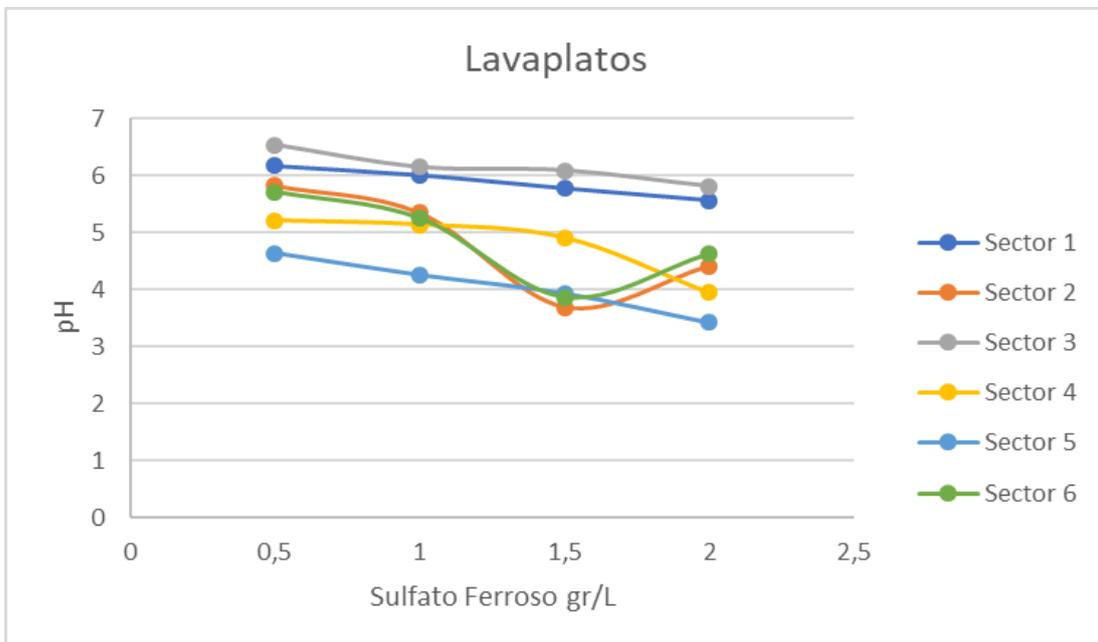


Figura 114: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato ferroso en agua de lavaplatos (todos los sectores).

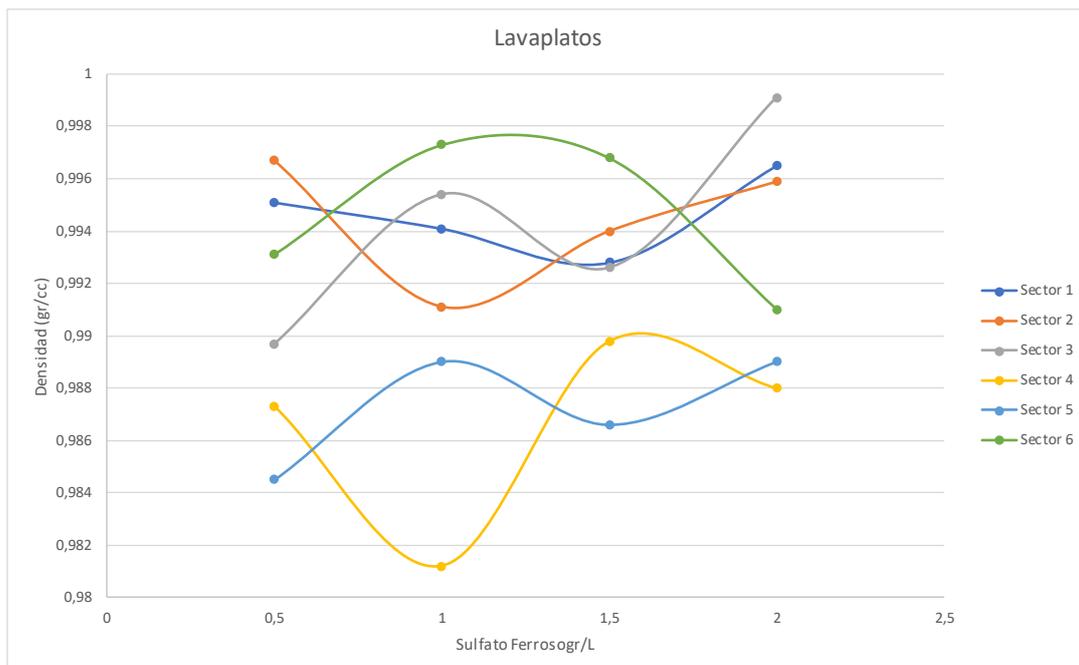


Figura 115: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato ferroso en agua de lavaplatos (todos los sectores).

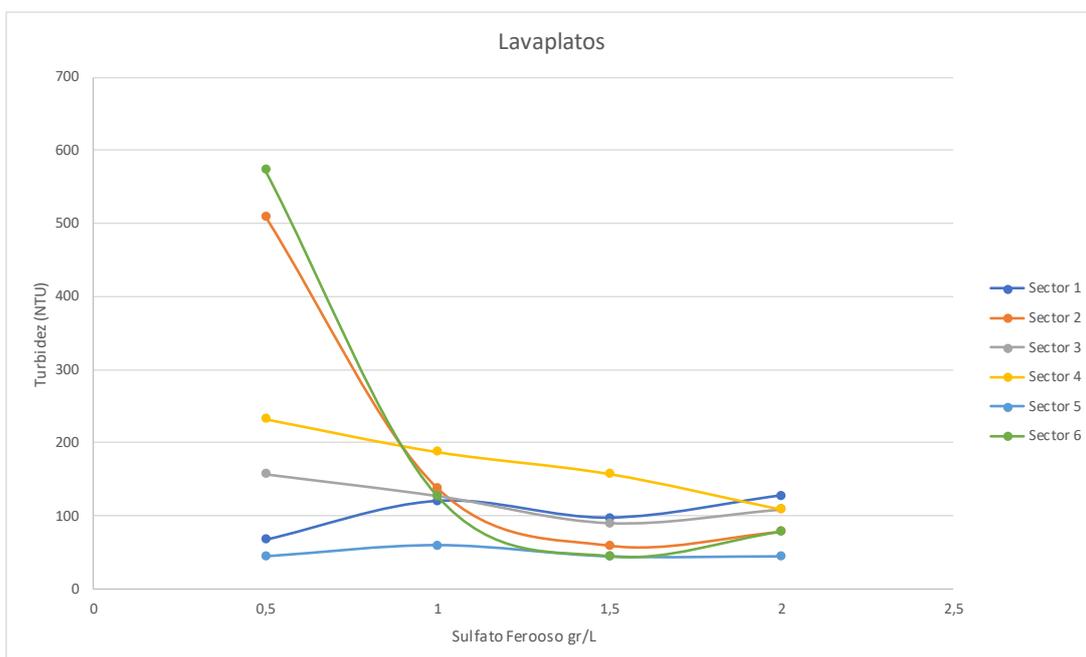


Figura 116: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato ferroso en agua de lavaplatos (todos los sectores).

## Regadera

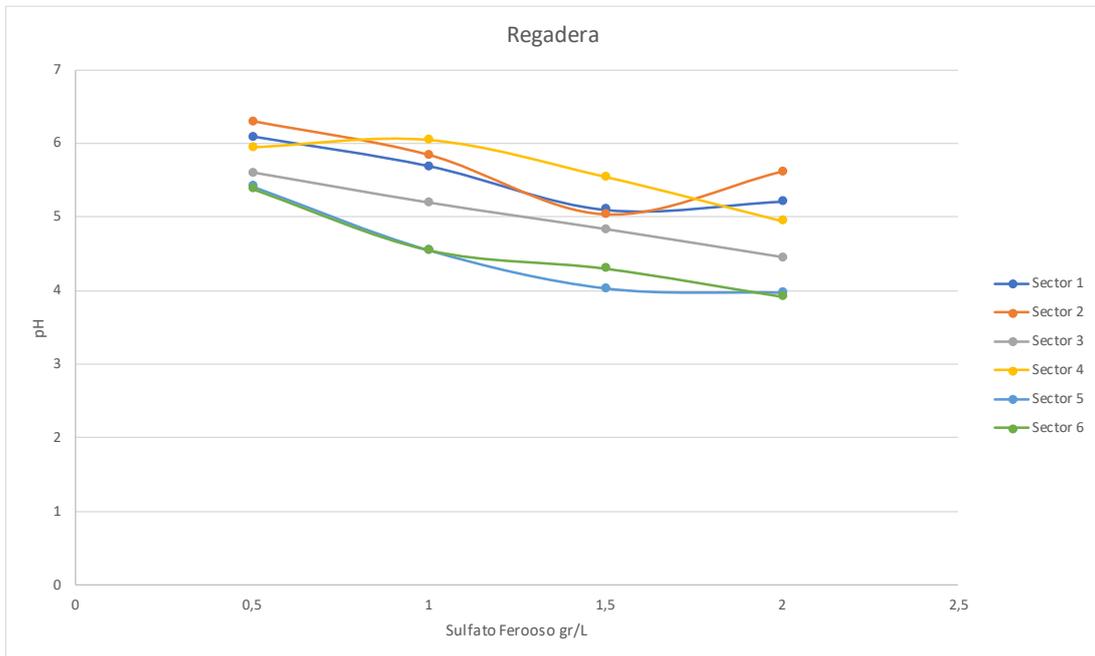


Figura 117: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato ferroso en agua de regadera (todos los sectores).

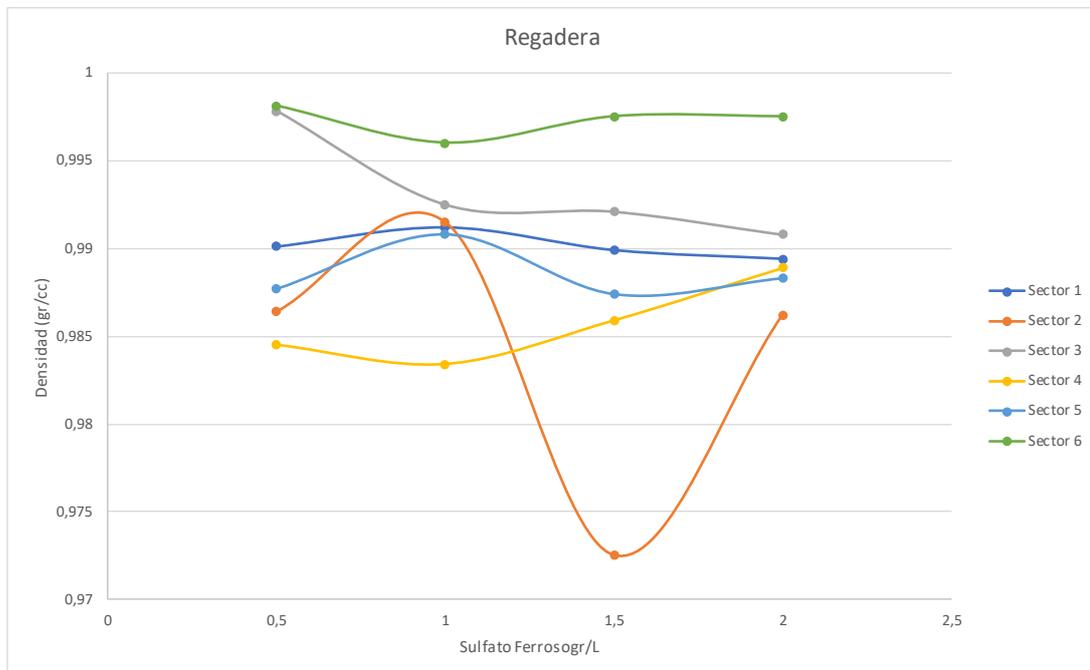


Figura 118: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato ferroso en agua de regadera (todos los sectores).

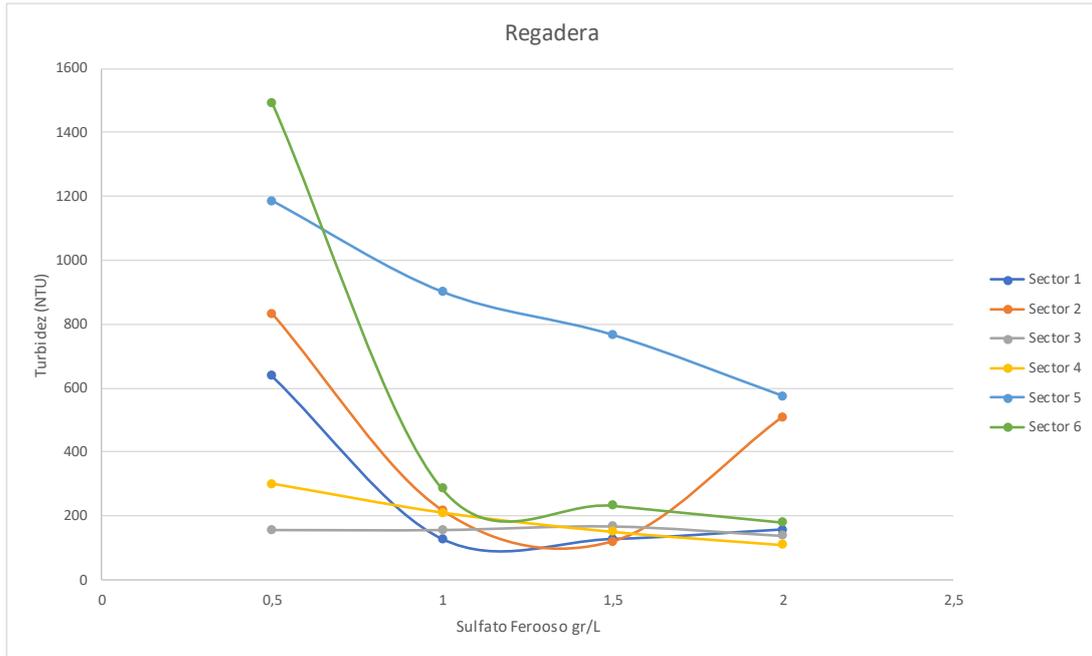


Figura 119: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato ferroso en agua de regadera (todos los sectores).

## Sulfato Férrico.

### Lavadora

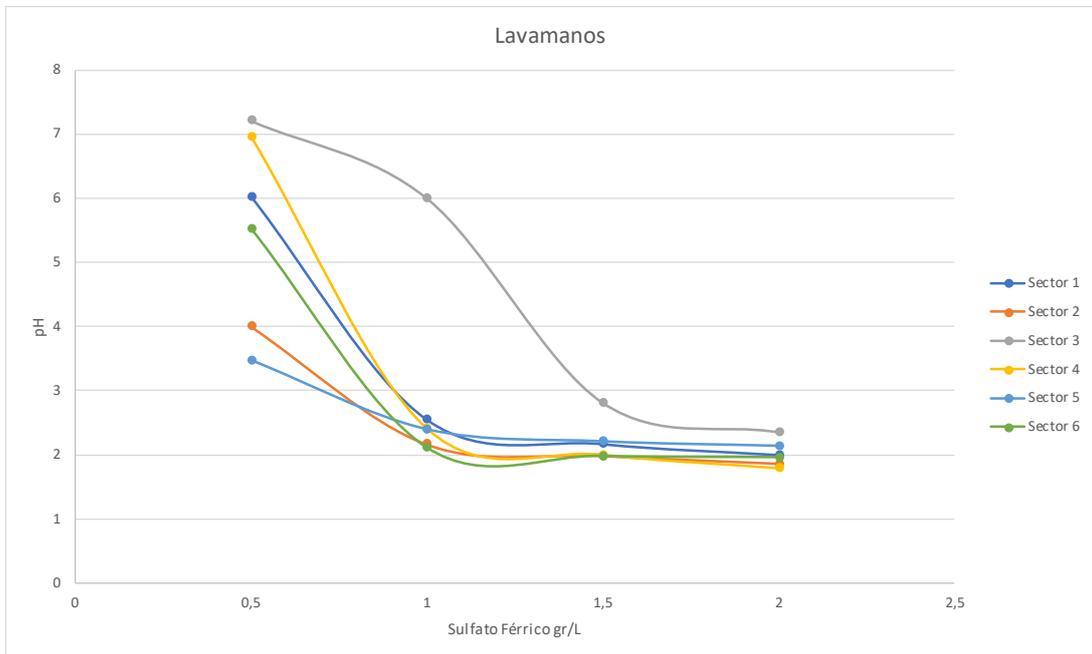


Figura 120: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato férrico en agua de lavadora (todos los sectores).

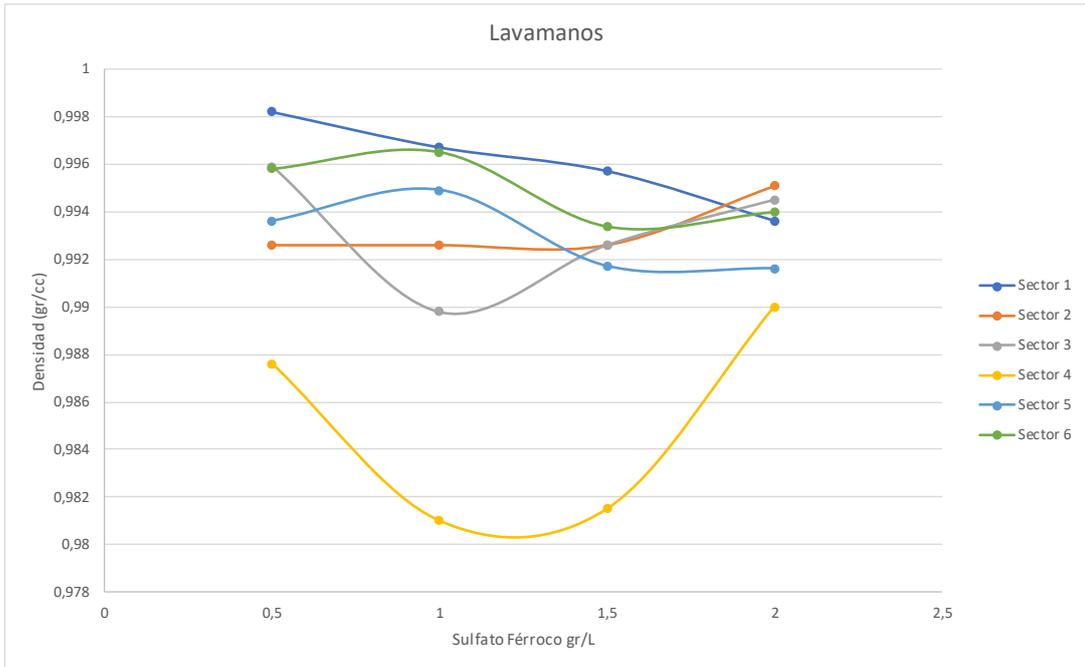


Figura 121: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato férrico en agua de lavadora (todos los sectores).

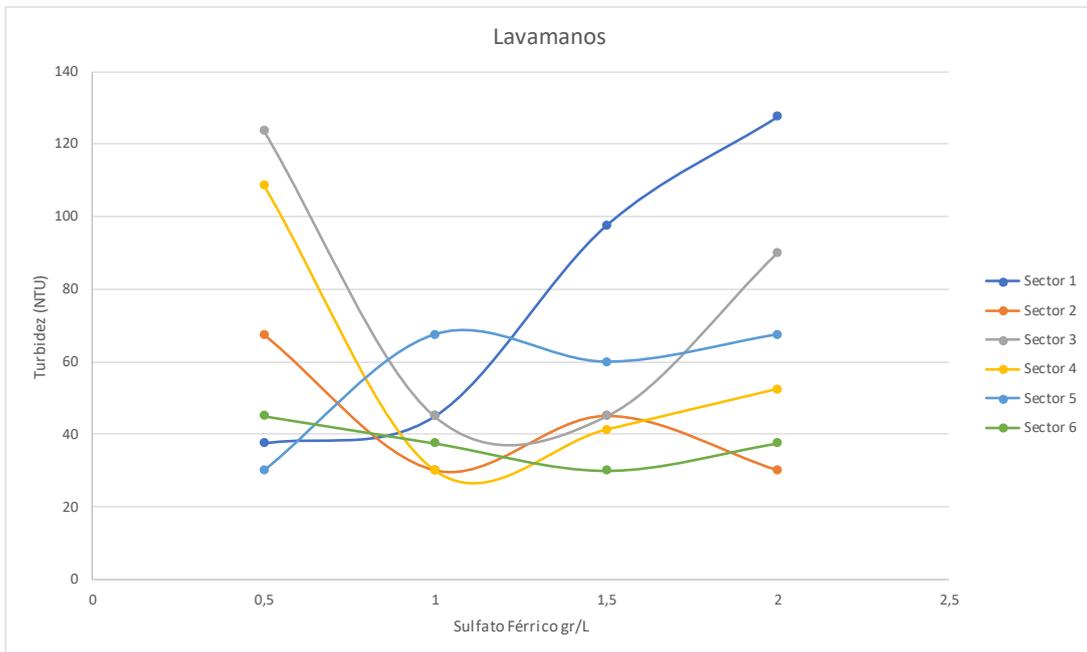


Figura 122: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato férrico en agua de lavadora (todos los sectores).

## Lavamanos

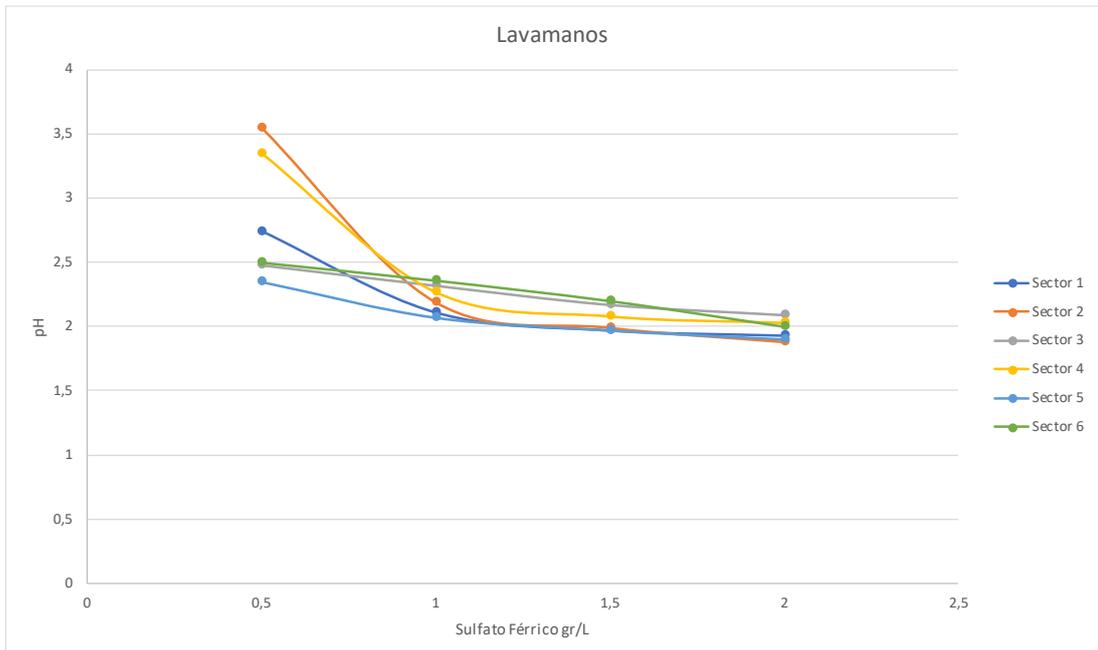


Figura 123: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato férrico en agua de lavamanos (todos los sectores).

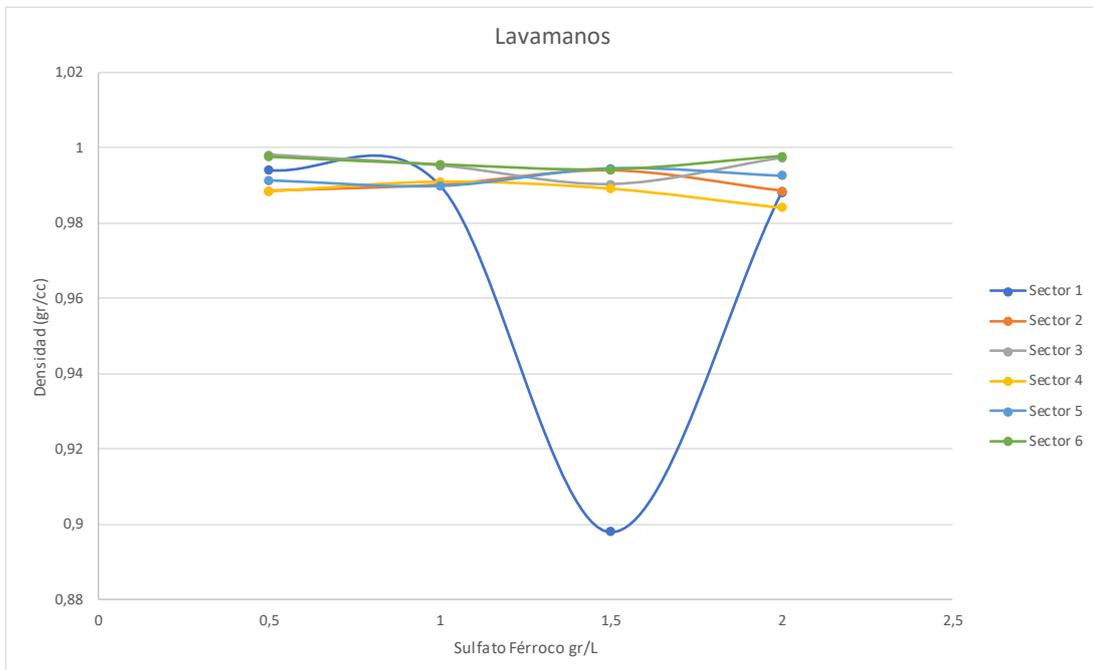


Figura 124: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato férrico en agua de lavamanos (todos los sectores).

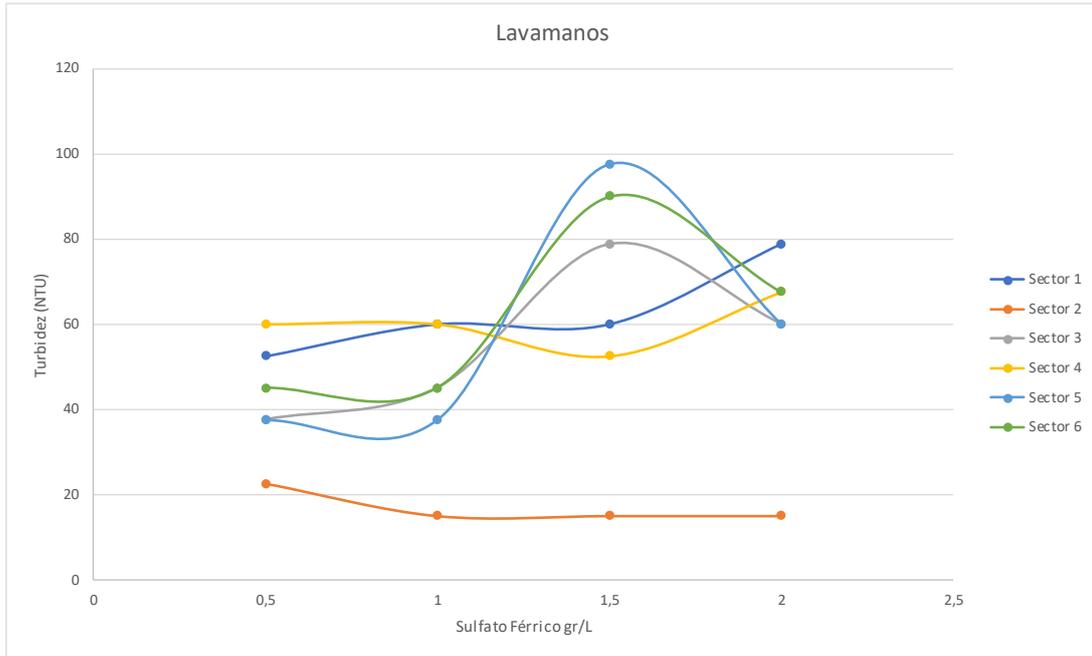


Figura 125: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato férrico en agua de lavamanos (todos los sectores).

### Lavaplatos

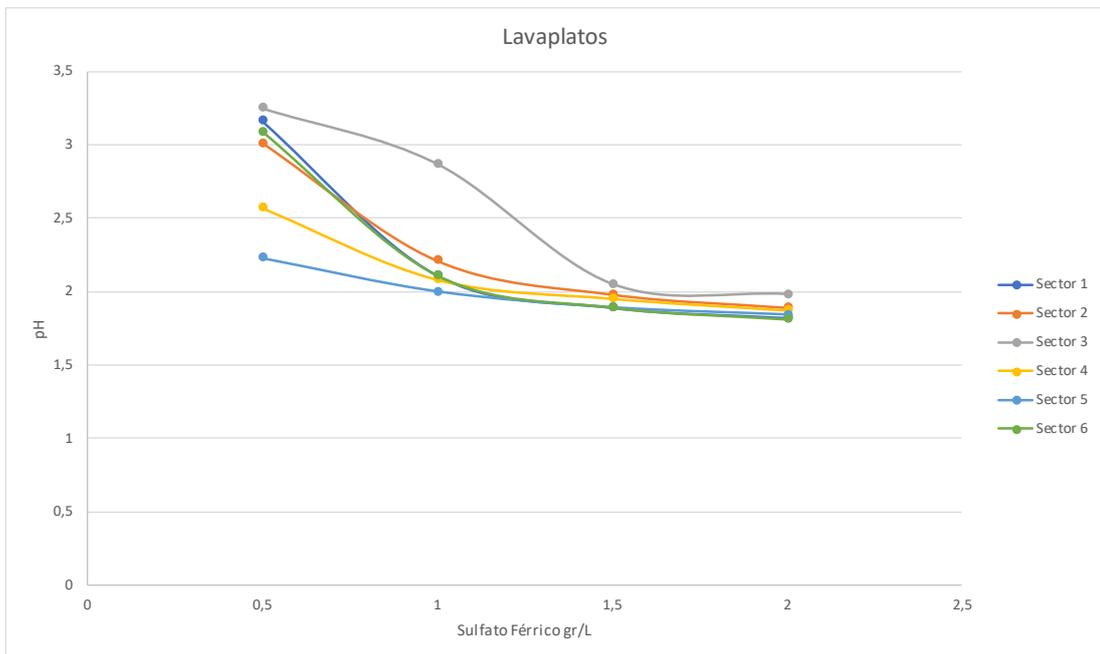


Figura 126: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato férrico en agua de lavaplatos (todos los sectores).

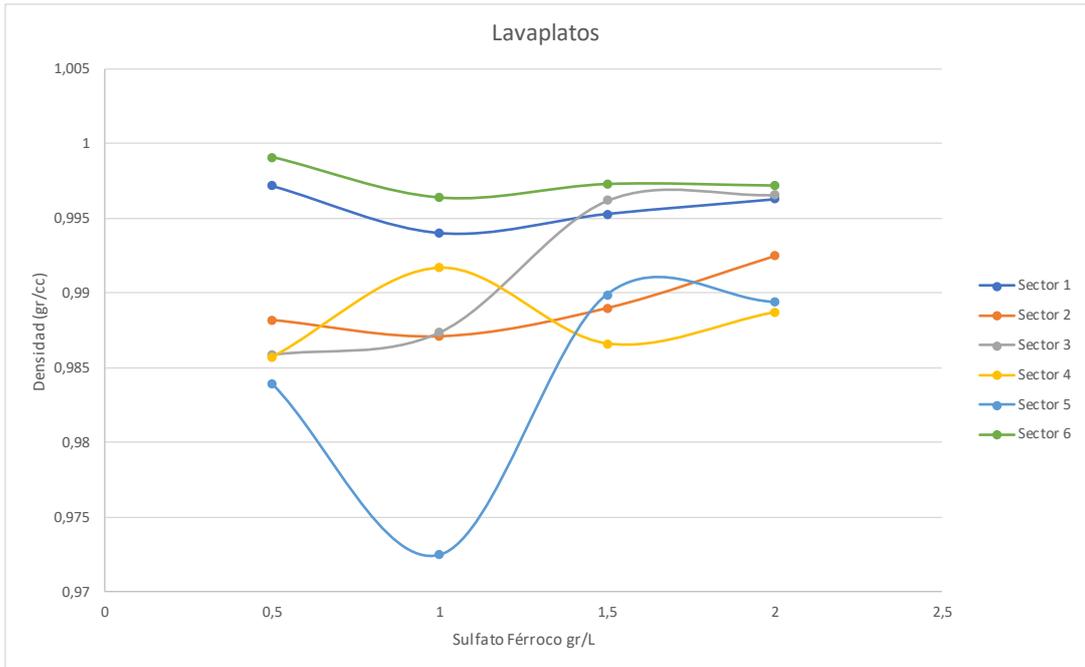


Figura 127: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato férrico en agua de lavaplatos (todos los sectores).

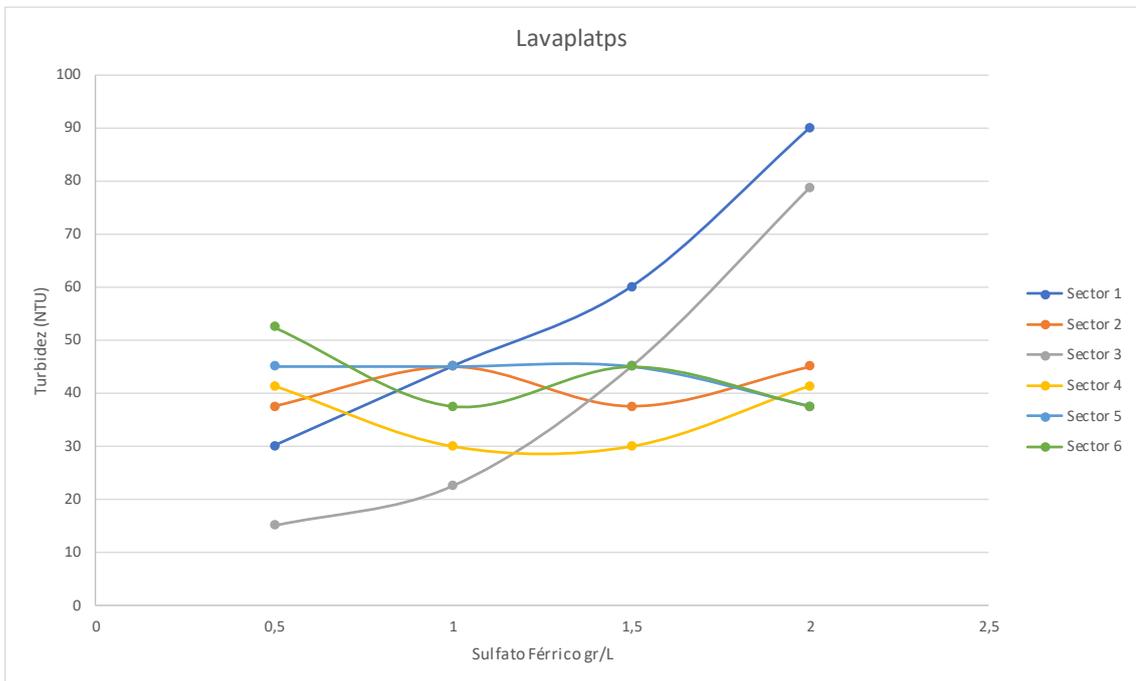


Figura 128: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato férrico en agua de lavaplatos (todos los sectores).

## Regadera

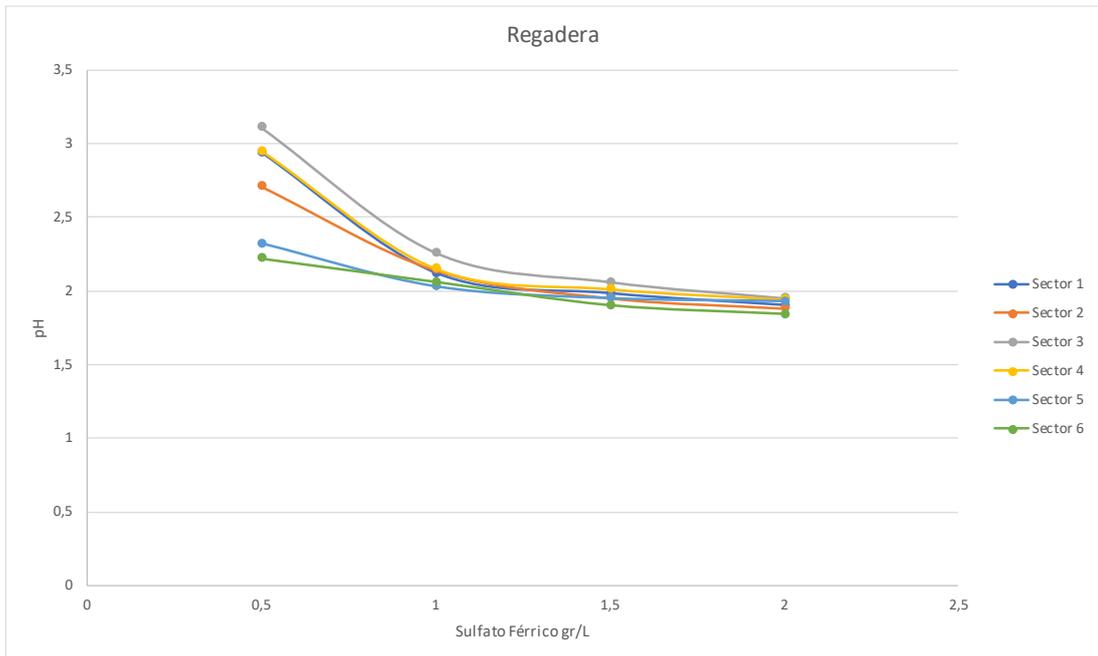


Figura 129: Efecto de la concentración sobre el pH de la solución utilizando sulfato férrico en agua de regadera (todos los sectores).

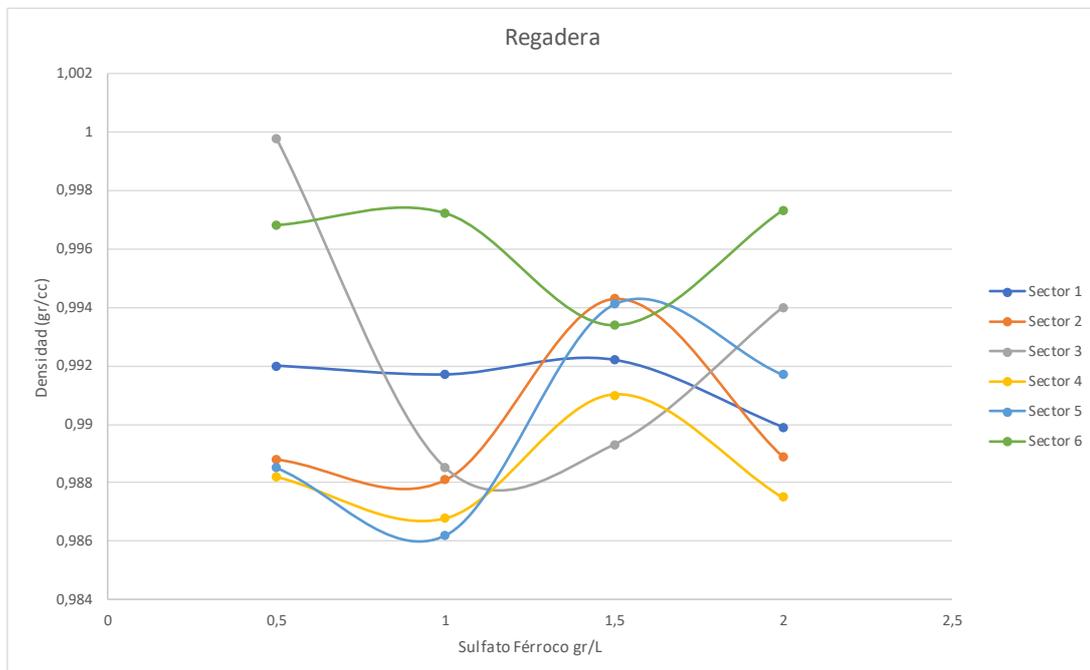


Figura 130: Efecto de la concentración sobre la densidad de la solución utilizando sulfato férrico en agua de regadera (todos los sectores).

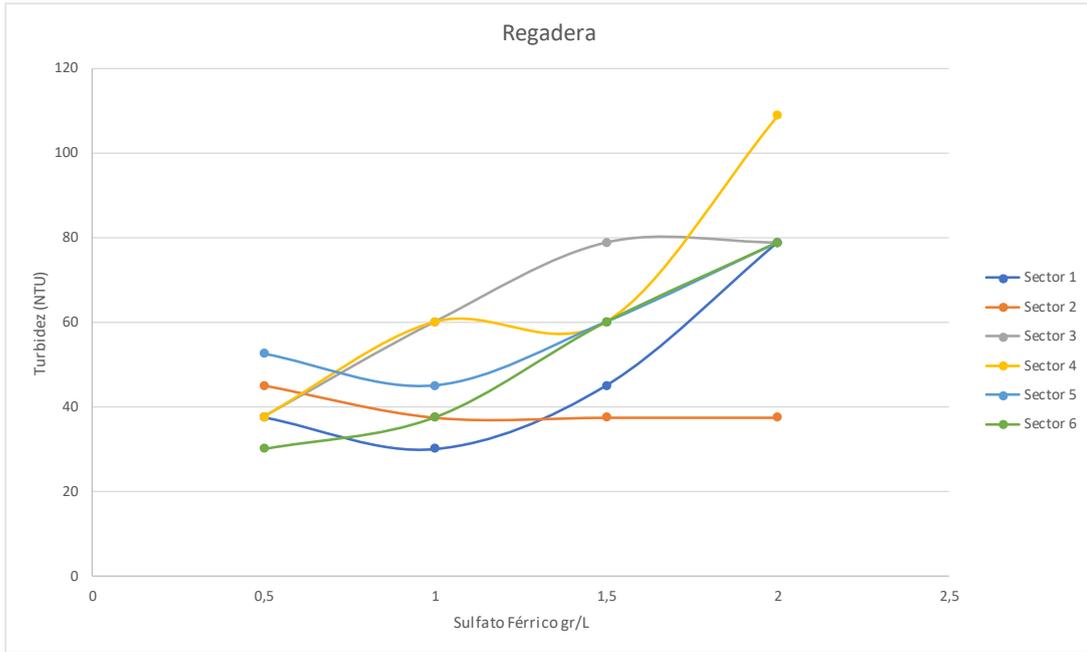


Figura 131: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la solución utilizando sulfato férrico en agua de regadera (todos los sectores).

## Promedios teoricos.

### Promedio teórico del sector I.

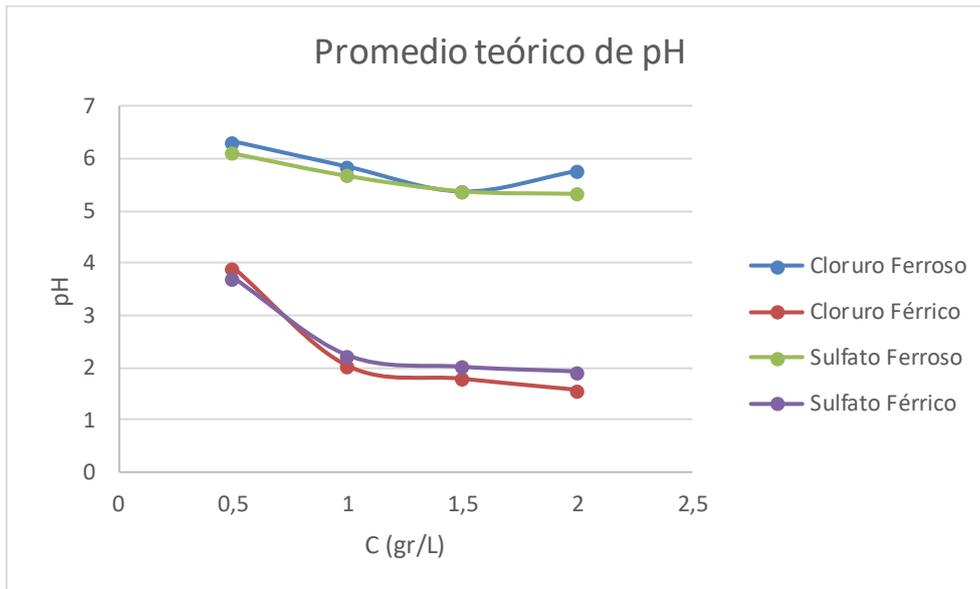


Figura 132: Efecto de la concentración sobre el pH de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector I.

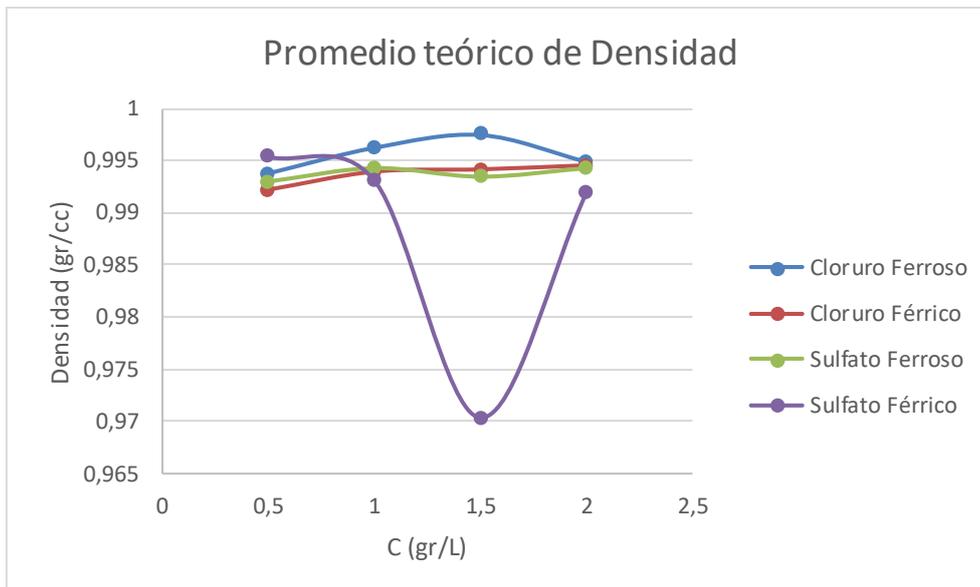


Figura 133: Efecto de la concentración sobre la densidad de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector I.

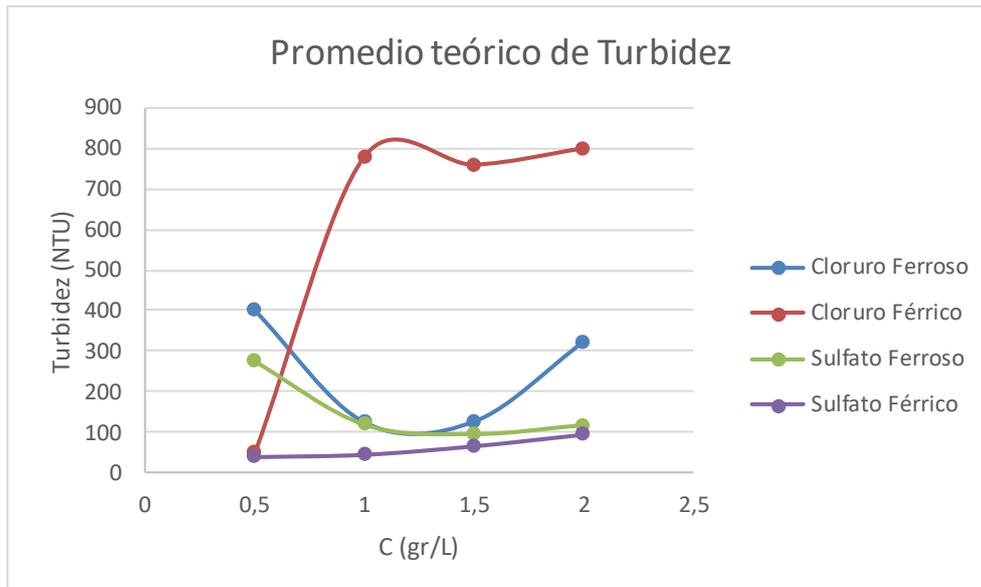


Figura 134: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector I.

### Promedio teórico del sector II.

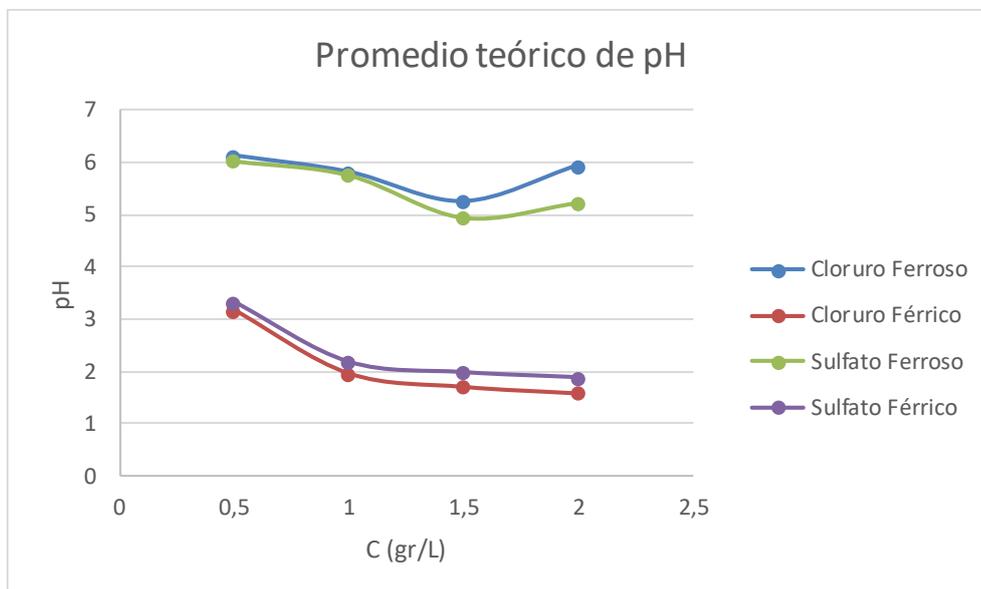


Figura 135: Efecto de la concentración sobre el pH de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector II.

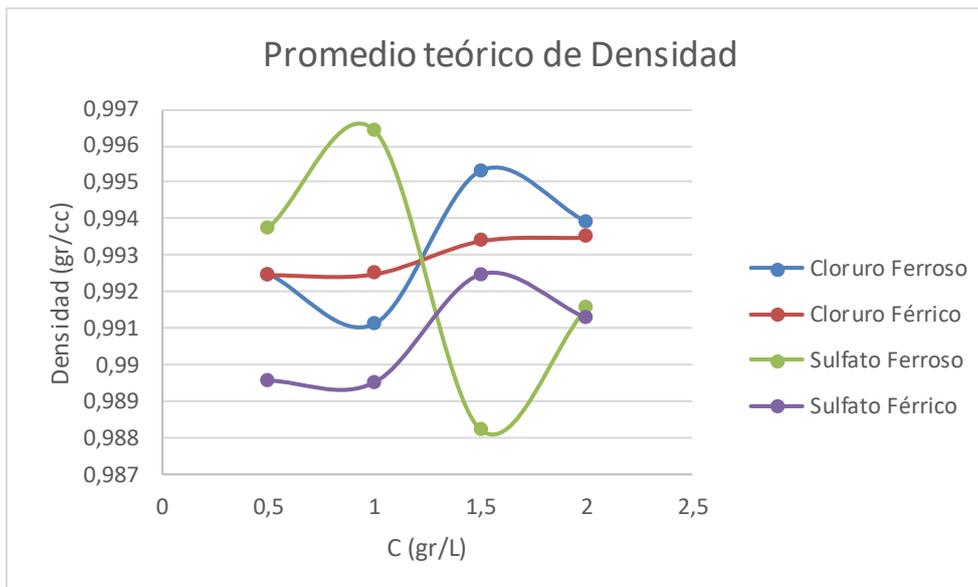


Figura 136: Efecto de la concentración sobre la densidad de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector II.

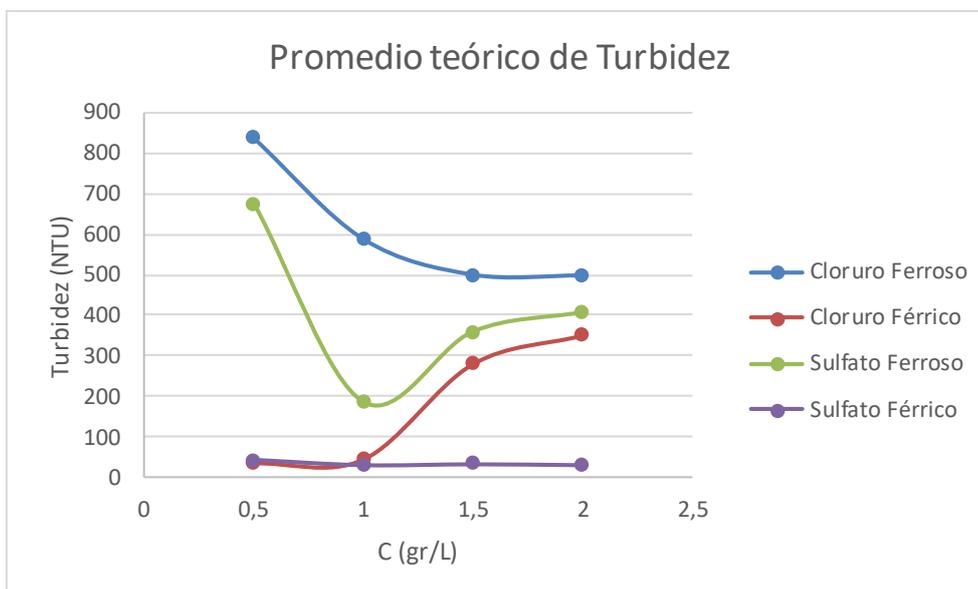


Figura 137: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector II.

### Promedio teórico del sector III.

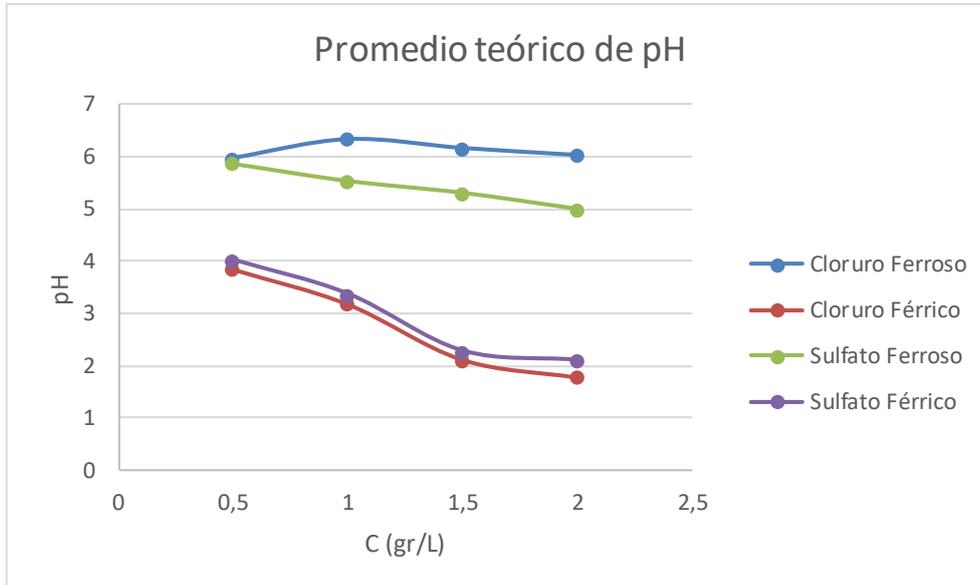


Figura 138: Efecto de la concentración sobre el pH de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector III.

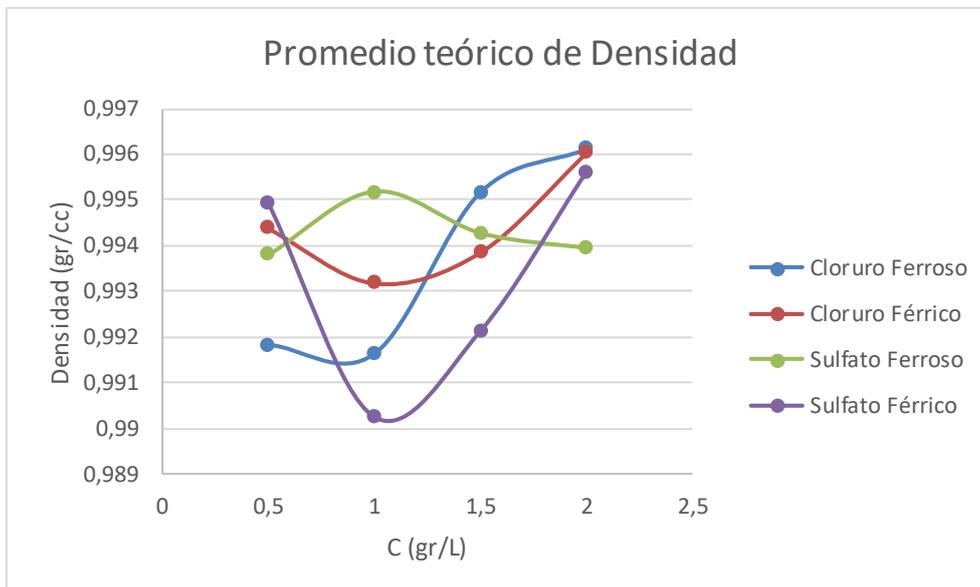


Figura 139: Efecto de la concentración sobre la densidad de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector III.

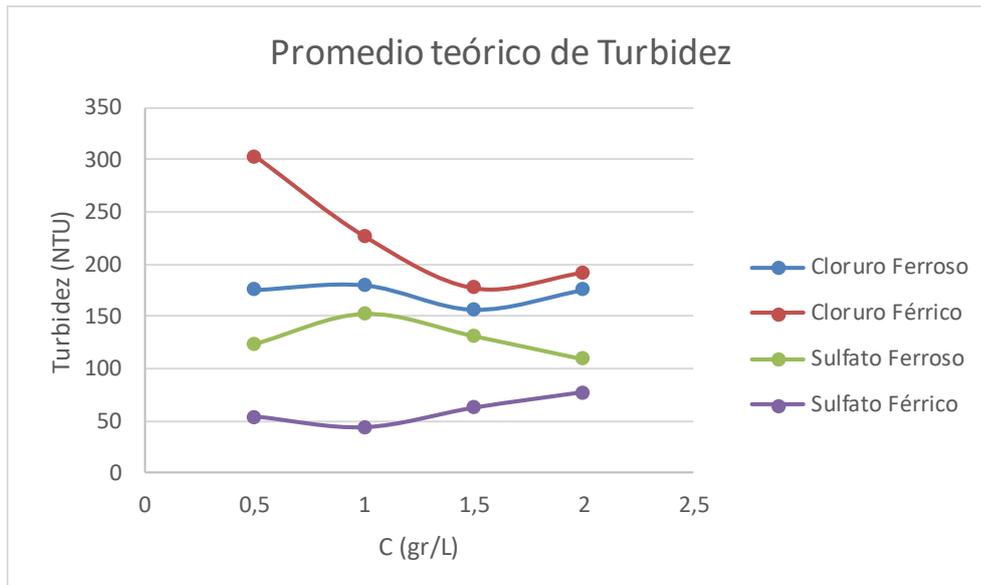


Figura 140: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector III.

#### Promedio teórico del sector IV.

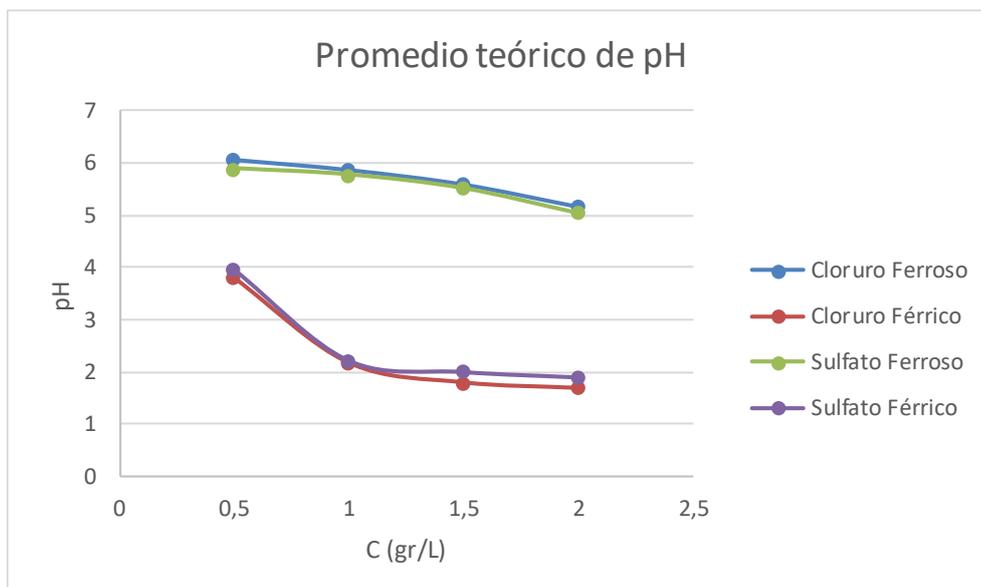


Figura 141: Efecto de la concentración sobre el pH de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector IV.

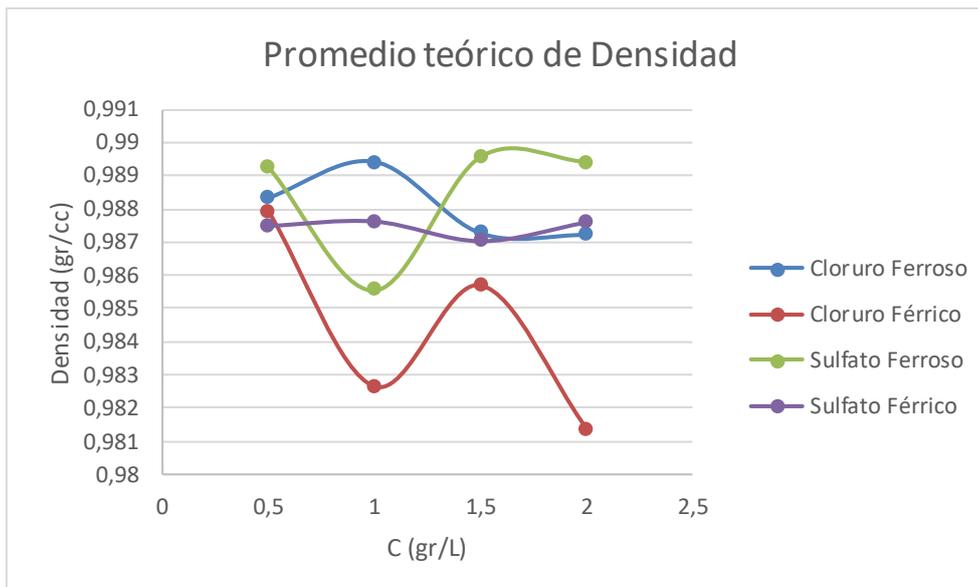


Figura 142: Efecto de la concentración sobre la densidad de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector IV.

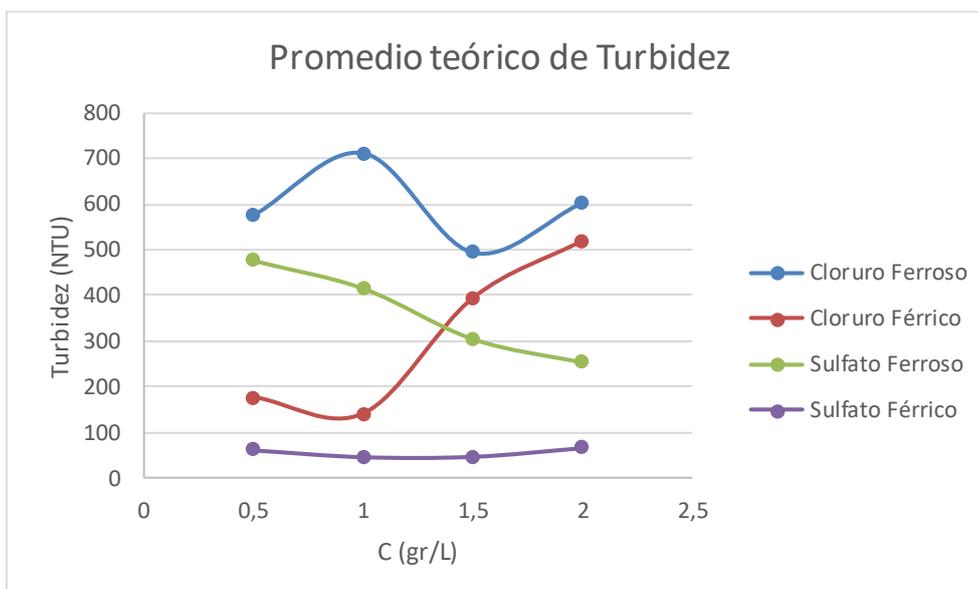


Figura 143: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector IV

### Promedio teórico del sector V.

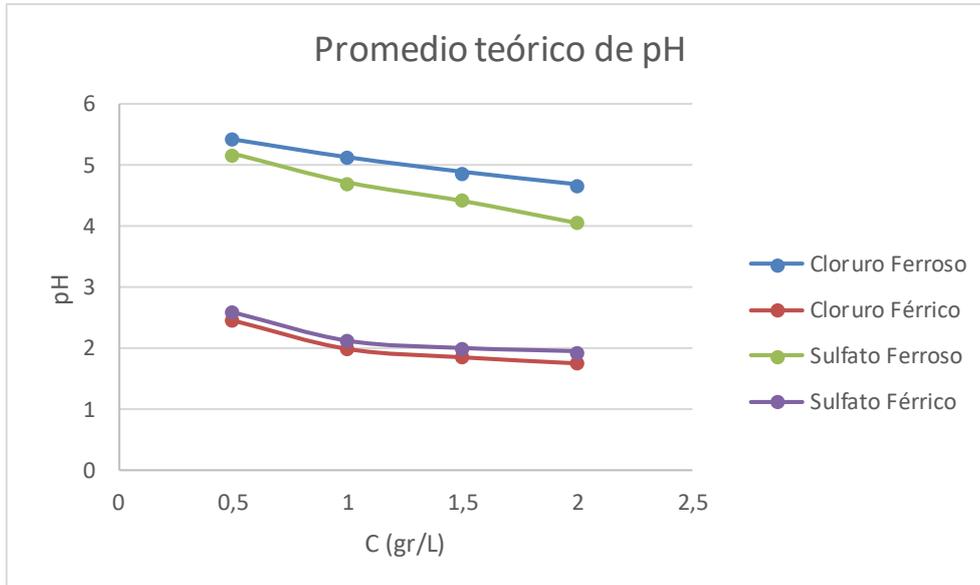


Figura 144: Efecto de la concentración sobre el pH de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector V.

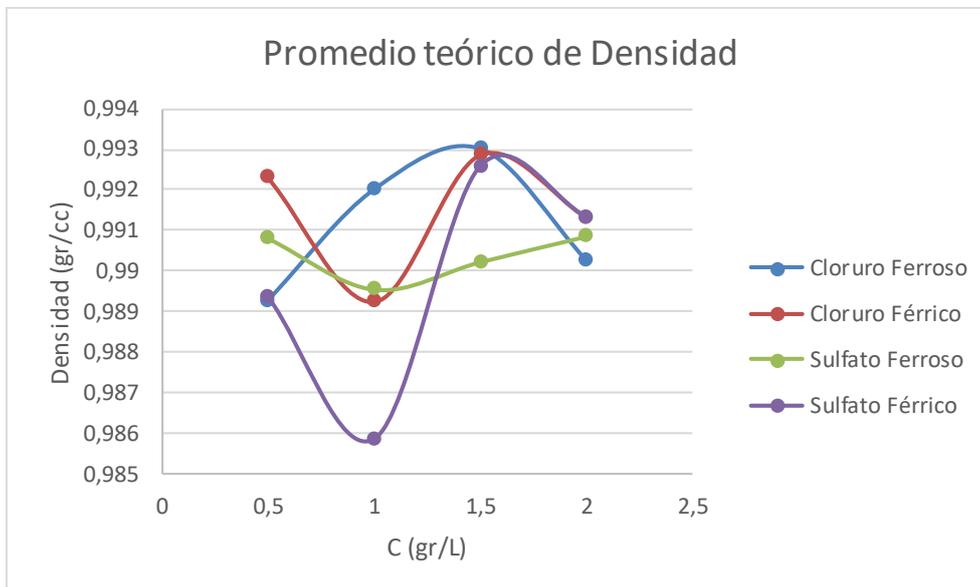


Figura 145: Efecto de la concentración sobre la densidad de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector V.

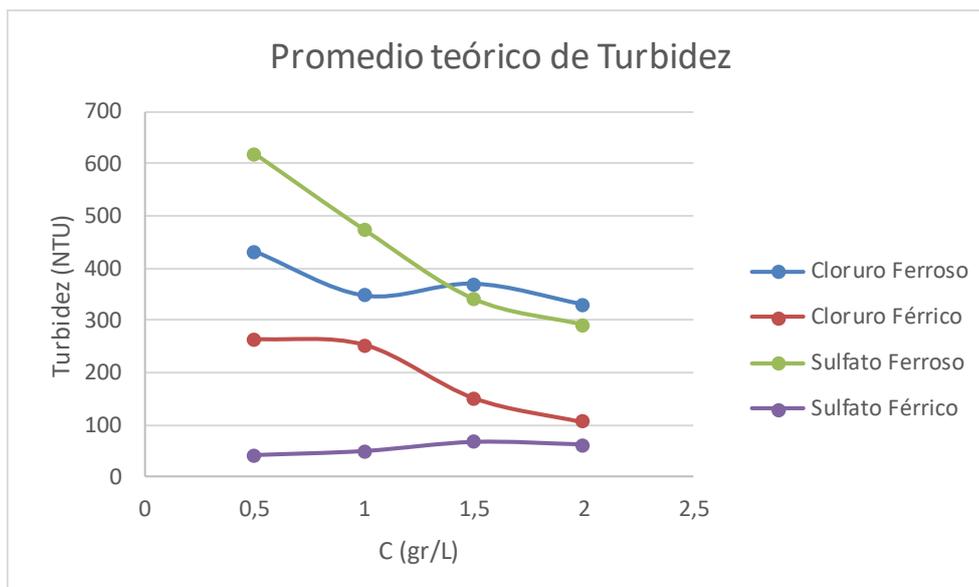


Figura 146: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector V.

### Promedio teórico del sector VI.

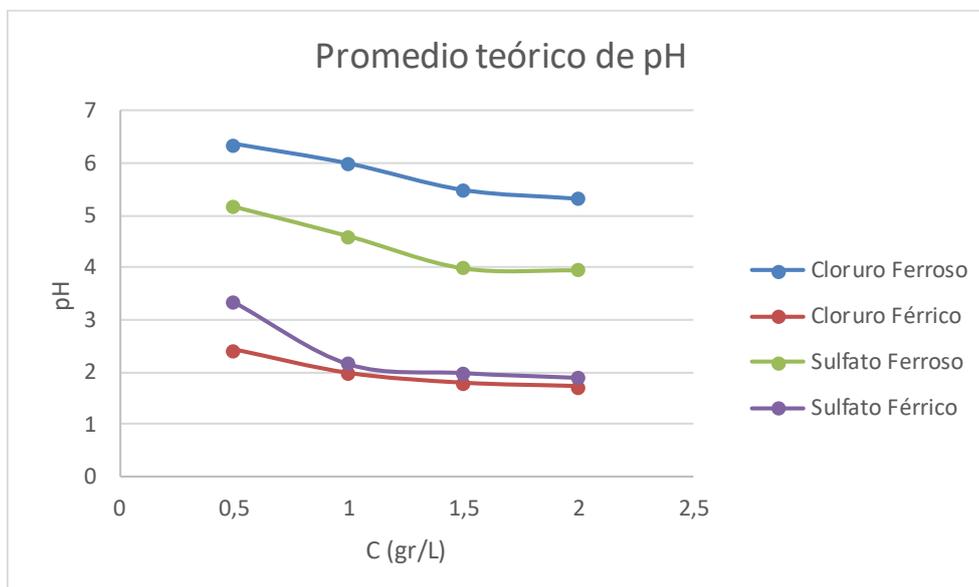


Figura 147: Efecto de la concentración sobre el pH de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector VI.

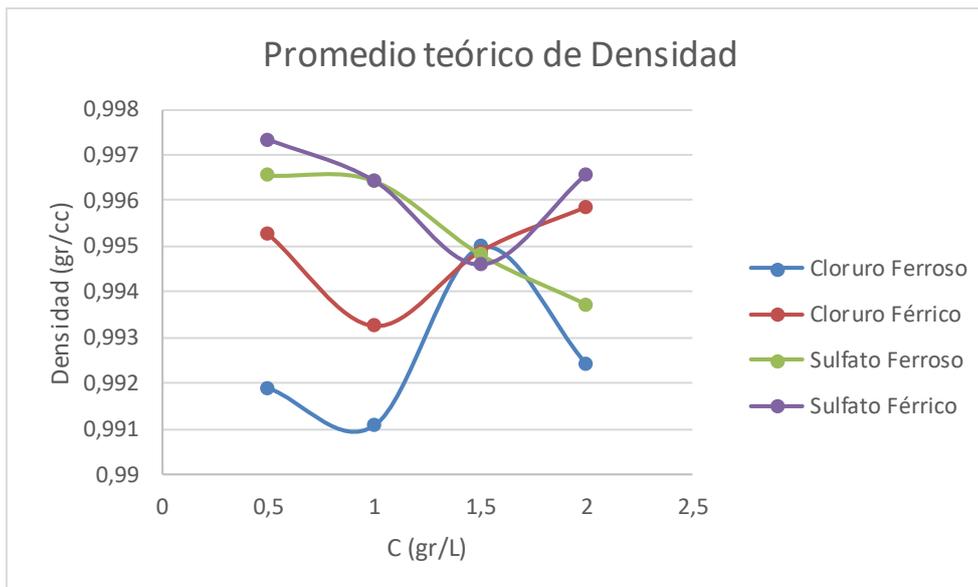


Figura 148: Efecto de la concentración sobre la densidad de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector VI.

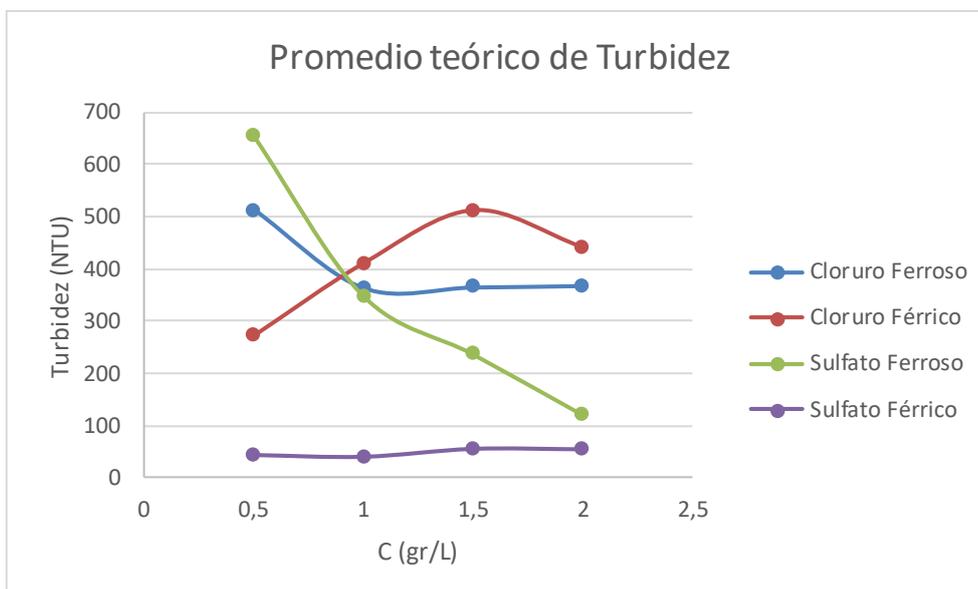


Figura 149: Efecto de la concentración sobre la turbidez de la mezcla de fuentes de agua (regadera, lavamanos, lavaplatos y lavadora) para el sector VI.

## **Conclusiones y recomendaciones.**

Los resultados permanecen en una línea de tendencia con respecto a cada variable medida. El pH tiende a disminuir conforme aumentamos la concentración de floculante (cloruro férrico, cloruro ferroso, sulfato férrico, sulfato ferroso) esto nos indica que tenemos que encontrar un balance para que la solución pueda ser reutilizada.

La densidad también mantiene una línea de tendencia en aumento con el incremento de la concentración, aunque en intervalos demasiado pequeños y los que la vuelven una variable, para fines prácticos, despreciable y no tiene mayor importancia al momento de comparar los resultados del producto ya floculado contrastado con el pH y la turbidez.

La turbidez juega un papel muy importante a la hora de tomar una decisión sobre cual floculante utilizar, ésta varía directamente proporcional respecto a la concentración de cada floculante, pero todos los floculantes tienen diferentes comportamientos, los floculantes cloruro ferroso y sulfato ferroso, tienen un comportamiento similar al igual que cloruro férrico y sulfato férrico.

Observamos que los floculantes ferrosos tiñen de un color rojizo la solución, cumpliendo con el propósito de sedimentar los sólidos disueltos, pero agregándoles este color característico.

El floculante más eficiente para sedimentar sólidos disueltos en el agua es el sulfato férrico, ya que en todas las pruebas se observó que la turbidez es menor de las 100 NTU, siendo esta la menor en comparación del resto. Sin embargo, disminuye agresivamente el pH con el aumento de la concentración. Por lo tanto, sugerimos utilizar como floculante definitivo el sulfato férrico, ya que este a menores concentraciones disminuye la turbidez de la solución muy por debajo del resto de los floculantes manteniendo el pH más cerca de la neutralidad, y así combatir de una manera directa la crisis actual y futura de escasez de agua en Hermosillo, Sonora.

Con este trabajo se realizarán otro posteriormente mezclando entre sí las aguas de los diferentes servicios. Los datos presentados podrán utilizarse para aplicar tecnologías que contribuyan al buen manejo del agua potable y su reutilización.

Los resultados pueden aplicarse a otras ciudades con características similares a las de Hermosillo, Sonora, en cuanto a manejo del agua potable de uso doméstico.

Se sugiere desarrollar convenios con autoridades correspondientes que administren el recurso potable y solicitar apoyo en especie a industrias que manejen los químicos que aquí se utilizaron.

## **Bibliografía.**

- Comisión Nacional del Agua. (2016). Estadísticas del Agua en México, edición 2016. Ciudad de México.
- Gómez Araiza, María Analí. (2008). Propuesta de planta tratadora de aguas residuales. México: Tesis, Universidad de Sonora.
- Gutiérrez Porchas, María Jesús. (2013). Procesos para el aprovechamiento de agua hipersalada procedente de la desalación de agua de mar. México: Tesis, Universidad de Sonora.
- M. I Aguilar. (2002). Tratamiento físico-químico de aguas residuales: coagulación–floculación. Murcia: Universidad de Murcia.
- Mackenzie L. Davis. (2005). Ingeniería Y Ciencias Ambientales. México: McGraw-Hill.
- Martínez Biebrich, Anel Lilián, Picos Enríquez, Martha Isabel. (2013). Determinación de variables para el diseño de un prototipo en el tratamiento de aguas residuales domésticas. México: Tesis, Universidad de Sonora.
- Metcalf & Eddy Incorporated. (1996). Ingeniería De Aguas Residuales: Redes de alcantarillado y bombeo. México: McGraw-Hill.
- Montaña, N. & Monteverde, R. (2018). Tratamiento de aguas residuales en colonias populares de la ciudad de Hermosillo, Sonora. Hermosillo
- Nalco Chemical Company, Kemmer, F. and McCallion, J. (1996). Manual del agua. Su naturaleza, tratamiento y aplicaciones. México: McGraw-Hill.
- Ramalho R.S. (1996). Tratamiento de Aguas Residuales. España: Editorial Reventé S.A.
- Rigola Peña, Miguel (1999). Tratamiento de Aguas Industriales: Aguas de Procesos y Residuales. México: Santa Fe de Bogotá: Alfaomega.

## Apéndice de tablas.

Las unidades de los datos aquí presentados para turbidez y densidad son [NTU] y [gr/cc] respectivamente.

### Sector I.

Tabla 2: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavadora en el sector I, con análisis de muestra original, [pH=9.05], [ $\rho$ =0.9947] y [T=189.3].

Lavadora					
Concentración		0.25	0.50	0.75	1
C Ferroso	pH	6.59	6.44	6.32	6.25
	$\rho$	0.9928	0.9982	0.9941	0.9993
	T	120	97.5	127.5	157.5
C Férrico	pH	6.07	2.39	2.1	1.62
	$\rho$	0.9954	0.9932	0.9947	0.999
	T	45	67.5	67.5	90
S Ferroso	pH	6.55	6.46	6.27	6.25
	$\rho$	0.9958	0.997	0.9969	0.9991
	T	127.5	138.75	90	108.75
S Férrico	pH	6.02	2.55	2.17	2
	$\rho$	0.9982	0.9967	0.9957	0.9936
	T	37.5	45	97.5	127.5

Tabla 3: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavamanos en el sector I, con análisis de muestra original, [pH=7.24], [ $\rho$ =0.9081] y [T=108.45].

Lavamanos					
Concentración		0.25	0.50	0.75	1
C Ferroso	pH	6.1	4.72	4.2	4.75
	$\rho$	0.9919	0.9952	0.9924	0.9909
	T	476.25	120	97.5	157.5
C Férrico	pH	3.87	1.85	1.67	1.55
	$\rho$	0.9902	0.9939	0.9897	0.9935
	T	52.5	1822.5	110	1492.5
S Ferroso	pH	5.65	4.53	4.33	4.25
	$\rho$	0.9908	0.995	0.9942	0.9923
	T	273.75	90	67.5	78.75
S Férrico	pH	2.74	2.11	1.97	1.93
	$\rho$	0.9942	0.9901	0.898	0.9882
	T	52.5	60	60	78.75

Tabla 4: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavaplatos en el sector I, con análisis de muestra original, [pH=6.47], [ $\rho$ =0.9887] y [T=148.41].

Lavaplatos					
Concentración		0.25	0.50	0.75	1
C Ferroso	pH	6.54	6.49	5.36	6.23
	$\rho$	0.9998	0.9986	1.014	0.9999
	T	180	187.5	127.5	150
C Férrico	pH	3.02	1.98	1.65	1.54
	$\rho$	0.9943	0.9999	0.9958	0.9929
	T	37.5	45	453.75	510
S Ferroso	pH	6.17	6.01	5.78	5.57
	$\rho$	0.9951	0.9941	0.9928	0.9965
	T	67.5	120	97.5	127.5
S Férrico	pH	3.16	2.11	1.89	1.82
	$\rho$	0.9972	0.994	0.9953	0.9963
	T	30	45	60	90

Tabla 5: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de regadera en el sector I, con análisis de muestra original, [pH=7.81], [ $\rho$ =0.9801] y [T=598.2].

Regadera					
Concentración		0.25	0.50	0.75	1
C Ferroso	pH	6.06	5.7	5.57	5.78
	$\rho$	0.9905	0.993	0.9895	0.9894
	T	832.5	90	150	832.5
C Férrico	pH	2.65	1.86	1.67	1.54
	$\rho$	0.9887	0.9887	0.9964	0.9928
	T	60	1185	1410	1110
S Ferroso	pH	6.09	5.69	5.1	5.21
	$\rho$	0.9901	0.9912	0.9899	0.9894
	T	637.5	127.5	127.5	157.5
S Férrico	pH	2.94	2.12	1.98	1.9
	$\rho$	0.992	0.9917	0.9922	0.9899
	T	37.5	30	45	78.75

## Sector II.

Tabla 6: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavadora en el sector II, con análisis de muestra original, [pH=9.15], [ $\rho$ =0.9942] y [T=231].

Lavadora					
Concentración		0.5	1	1.5	2
	pH	6.47	6.35	6.29	6.10
C Ferroso	$\rho$	0.9905	0.9939	0.9980	0.9955
	T	1567.5	1492.5	1410	765
	pH	3.72	1.92	1.75	1.61
C Férrico	$\rho$	0.9957	0.9952	0.9980	0.9930
	T	45	60	37,5	37,5
	pH	5.98	5.94	5.62	5.44
S Ferroso	$\rho$	0.9938	0.9970	0.9969	0.9958
	T	1185	285	1185	967.5
	pH	4	2.16	1.98	1.86
S Férrico	$\rho$	0.9926	0.9926	0.9926	0.9951
	T	67.5	30	45	30

Tabla 7: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavamanos en el sector II, con análisis de muestra original, [pH=7.08], [ $\rho$ =0.9907] y [T=82.5].

Lavamanos					
Concentración		0.5	1	1.5	2
C Ferroso	pH	5.92	5.96	6.01	6.71
	$\rho$	0.9979	0.9980	0.9999	0.9986
	T	315	337.5	240	78.75
C Férrico	pH	3.62	1.99	1.7	1.6
	$\rho$	0.9963	0.9981	0.9943	0.9990
	T	22.5	37.5	52.5	210
S Ferroso	pH	6.04	5.94	5.46	5.46
	$\rho$	0.998	1.006	0.9895	0.9883
	T	168.75	97.5	67.5	67.5
S Férrico	pH	3.55	2.19	1.99	1.88
	$\rho$	0.9886	0.9902	0.9940	0.9886
	T	168.75	112.5	112.5	112.5

Tabla 8: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavaplatos en el sector II, con análisis de muestra original, [pH=7.8], [ $\rho$ =0.987] y [T=273.75].

Lavaplatos					
Concentración		0.5	1	1.5	2
C Ferroso	pH	5.7	4.93	3.13	4.98
	$\rho$	0.9911	0.9879	0.9909	0.9929
	T	637.5	67.5	180	510
C Férrico	pH	2.44	1.87	1.63	1.5
	$\rho$	0.9897	0.986	0.9909	0.9955
	T	45	45	573.75	697.5
S Ferroso	pH	5.83	5.35	3.69	4.42
	$\rho$	0.9967	0.9911	0.994	0.9959
	T	510	138.75	60	78.75
S Férrico	pH	3.01	2.21	1.98	1.89
	$\rho$	0.9882	0.9871	0.989	0.9925
	T	37.5	45	37.5	45

Tabla 9: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de regadera en el sector II, con análisis de muestra original, [pH=7.74], [ $\rho$ =0.9881] y [T=231].

Regadera					
Concentración		0.5	1	1.5	2
C Ferroso	pH	6.41	6.03	5.64	5.96
	$\rho$	0.9904	0.9846	0.9924	0.9886
	T	832.5	453.75	168.75	637.5
C Férrico	pH	2.88	2.06	1.73	1.6
	$\rho$	0.9882	0.9907	0.9904	0.9865
	T	30	37.5	453.75	453.75
S Ferroso	pH	6.3	5.84	5.03	5.61
	$\rho$	0.9864	0.9915	0.9725	0.9862
	T	832.5	217.5	120	510
S Férrico	pH	2.71	2.14	1.95	1.88
	$\rho$	0.9888	0.9881	0.9943	0.9889
	T	45	37.5	37.5	37.5

### Sector III.

Tabla 10: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavadora en el sector III, con análisis de muestra original, [pH=10.21], [ $\rho$ =0.992] y [T=390].

Lavadora					
Concentración		0.5	1	1.5	2
C Ferroso	pH	7.3	6.8	6.68	6.62
	$\rho$	0.992	0.9931	0.9947	0.9935
	T	172.5	285	285	307.5
C Férrico	pH	7.16	6.94	3.29	2.23
	$\rho$	0.9946	0.998	0.9918	0.9973
	T	187.5	52.5	168.75	78.75
S Ferroso	pH	6.96	6.76	6.61	6.41
	$\rho$	99.7	0.9974	0.9988	0.9958
	T	127.5	198.75	187.5	157.5
S Férrico	pH	7.21	6	2.81	2.35
	$\rho$	0.9959	0.9898	0.9926	0.9945
	T	123.75	45	45	90

Tabla 11: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavamanos en el sector III, con análisis de muestra original, [pH=7.15], [ $\rho$ =0.9012] y [T=41.25].

Lavamanos					
Concentración		0.5	1	1.5	2
C Ferroso	pH	7.61	7.02	6.57	6.14
	$\rho$	0.9958	0.9908	0.9973	0.9980
	T	127.5	97.5	60	45
C Férrico	pH	2.38	2.13	1.87	1.76
	$\rho$	0.9891	0.9924	0.9955	0.9979
	T	900	697.5	157.5	52.5
S Ferroso	pH	4.42	4.08	3.72	3.33
	$\rho$	0.9907	0.9954	0.9936	0.9901
	T	52.5	127.5	78.75	30
S Férrico	pH	2.48	2.32	2.17	2.09
	$\rho$	0.9981	0.9953	0.9904	0.9973
	T	37.5	45	78.75	60

Tabla 12: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavaplatos en el sector III, con análisis de muestra original, [pH=6.23], [ $\rho$ =0.9989] y [T=138.75].

Lavaplatos					
Concentración		0.5	1	1.5	2
C Ferroso	pH	6.15	5.84	5.67	5.56
	$\rho$	0.9887	0.9890	0.9891	0.9983
	T	232.5	198.75	138.75	138.75
C Férrico	pH	2.89	1.65	1.52	1.48
	$\rho$	0.9971	0.9896	0.9912	0.9926
	T	67.5	97.5	337.5	600
S Ferroso	pH	6.54	6.15	6.09	5.81
	$\rho$	0.9897	0.9954	0.9926	0.9991
	T	157.5	127.5	90	108.75
S Férrico	pH	3.25	2.87	2.05	1.98
	$\rho$	0.9859	0.9874	0.9962	0.9966
	T	15	22.5	45	78.75

Tabla 13: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de regadera en el sector III, con análisis de muestra original, [pH=7.56], [ $\rho$ =0.9867] y [T=317.4].

Regadera					
Concentración		0.5	1	1.5	2
C Ferroso	pH	2.81	5.71	5.74	5.78
	$\rho$	0.9908	0.9936	0.9996	0.9947
	T	168.75	138.75	138.75	210
C Férrico	pH	2.93	1.98	1.78	1.63
	$\rho$	0.9967	0.9927	0.9969	0.9963
	T	60	60	45	37.5
S Ferroso	pH	5.6	5.19	4.83	4.45
	$\rho$	0.9978	0.9925	0.9921	0.9908
	T	157.5	157.5	168.75	138.75
S Férrico	pH	3.11	2.26	2.06	1.95
	$\rho$	0.99975	0.9885	0.9893	0.994
	T	37.5	60	78.75	78.75

#### Sector IV.

Tabla 14: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavadora en el sector IV, con análisis de muestra original, [pH=8.6], [ $\rho$ =0.9799] y [T=840].

Lavadora					
Concentración		0.5	1	1.5	2
C Ferroso	pH	6.34	6.28	6.23	6.16
	$\rho$	0.9883	0.9883	0.9864	0.9837
	T	1567.5	1995	1260	1567.5
C Férrico	pH	6.72	2.46	2.12	2.02
	$\rho$	0.9857	0.9751	0.9876	0.9867
	T	510	41.25	41.25	60
S Ferroso	pH	6.62	6.57	6.31	6.27
	$\rho$	0.9955	0.9874	0.9924	0.9909
	T	1185	1185	832.5	697.5
S Férrico	pH	6.96	2.41	2	1.79
	$\rho$	0.9876	0.981	0.9815	0.99
	T	108.75	30	41.25	52.5

Tabla 15: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavamanos en el sector IV, con análisis de muestra original, [pH=7.5], [ $\rho$ =0.9933] y [T=5025].

Lavamanos					
Concentración		0.5	1	1.5	2
C Ferroso	pH	6.57	6.24	5.6	4.17
	$\rho$	0.9803	0.9904	0.9815	0.9856
	T	120	108.75	78.75	67.5
C Férrico	pH	3.56	2.6	1.75	1.65
	$\rho$	0.9886	0.9845	0.9899	0.9847
	T	52.5	78.75	1410	1905
S Ferroso	pH	5.78	5.34	5.32	5.09
	$\rho$	0.9897	0.9902	0.9901	0.9898
	T	187.5	78.75	78.75	97.5
S Férrico	pH	3.35	2.27	2.08	2.03
	$\rho$	0.9884	0.9909	0.9891	0.9841
	T	60	60	52.5	67.5

Tabla 16: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavaplatos en el sector IV, con análisis de muestra original, [pH=5.55], [ $\rho$ =0.9777] y [T=660.82].

Lavaplatos					
Concentración		0.5	1	1.5	2
C Ferroso	pH	5.61	5.51	5.48	5.46
	$\rho$	0.9893	0.9863	0.9898	0.9884
	T	427.5	453.75	510	697.5
C Férrico	pH	2.47	1.91	1.76	1.7
	$\rho$	0.9866	0.9867	0.9869	0.9839
	T	30	108.75	78.75	67.5
S Ferroso	pH	5.21	5.14	4.91	3.95
	$\rho$	0.9873	0.9812	0.9898	0.988
	T	232.5	187.5	157.5	108.75
S Férrico	pH	2.57	2.08	1.95	1.87
	$\rho$	0.9857	0.9917	0.9866	0.9887
	T	41.25	30	30	41.25

Tabla 17: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de regadera en el sector IV, con análisis de muestra original, [pH=7], [ $\rho$ =0.9903] y [T=390].

Regadera					
Concentración		0.5	1	1.5	2
C Ferroso	pH	5.8	5.5	5.1	4.9
	$\rho$	0.9954	0.9926	0.9914	0.9912
	T	187.5	285	127.5	78.75
C Férrico	pH	2.5	1.75	1.57	1.4
	$\rho$	0.9908	0.9842	0.9783	0.9701
	T	108.75	330	41.25	41.25
S Ferroso	pH	5.95	6.05	5.55	4.95
	$\rho$	0.9845	0.9834	0.9859	0.9889
	T	300	210	150	108.75
S Férrico	pH	2.95	2.15	2.01	1.94
	$\rho$	0.9882	0.9868	0.991	0.9875
	T	37.5	60	60	108.75

**Sector V.**

Tabla 18: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavadora en el sector V, con análisis de muestra original, [pH=9], [ $\rho$ =0.9891] y [T=148.5].

Lavadora					
Concentración		0.5	1	1.5	2
C Ferroso	pH	5.87	5.85	5.87	5.74
	$\rho$	0.9926	0.9942	0.999	0.9953
	T	510	637.5	765	697.5
C Férrico	pH	3.3	2.2	1.91	1.7
	$\rho$	0.9973	0.9911	0.9952	0.9926
	T	30	108.75	37.5	37.5
S Ferroso	pH	6.18	6.01	5.92	5.71
	$\rho$	0.9951	0.9904	0.9968	0.9934
	T	1185	832.5	510	510
S Férrico	pH	3.47	2.39	2.2	2.13
	$\rho$	0.9936	0.9949	0.9917	0.9916
	T	30	67.5	60	67.5

Tabla 19: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavamanos en el sector V, con análisis de muestra original, [pH=6.54], [ $\rho$ =0.9861] y [T=52.5].

Lavamanos					
Concentración		0.5	1	1.5	2
C Ferroso	pH	5.52	4.81	4.38	4.06
	$\rho$	0.9861	0.9953	0.9896	0.9946
	T	108.75	97.5	90	52.5
C Férrico	pH	2.24	2	1.93	1.87
	$\rho$	0.9947	0.9916	0.9933	0.9948
	T	832.5	637.5	180	45
S Ferroso	pH	4.51	4.08	3.82	3.18
	$\rho$	0.9959	0.988	0.9901	0.9927
	T	60	97.5	37.5	30
S Férrico	pH	2.35	2.07	1.97	1.9
	$\rho$	0.9914	0.9899	0.9946	0.9926
	T	37.5	37.5	97.5	60

Tabla 20: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavaplatos en el sector V, con análisis de muestra original, [pH=6.15], [ $\rho$ =0.9862] y [T=75].

Lavaplatos					
Concentración		0.5	1	1.5	2
C Ferroso	pH	4.64	4.5	4.07	4.23
	$\rho$	0.9904	0.9945	0.9948	0.9851
	T	67.5	78.75	60	60
C Férrico	pH	2.1	1.81	1.71	1.62
	$\rho$	0.9856	0.986	0.9933	0.991
	T	90	78.75	97.5	108.75
S Ferroso	pH	4.64	4.26	3.94	3.43
	$\rho$	0.9845	0.989	0.9866	0.989
	T	45	60	45	45
S Férrico	pH	2.23	2	1.89	1.84
	$\rho$	0.9839	0.9725	0.9899	0.9894
	T	45	45	45	37.5

Tabla 21: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de regadera en el sector V, con análisis de muestra original, [pH=8.2], [ $\rho$ =0.9908] y [T=738].

Regadera					
Concentración		0.5	1	1.5	2
C Ferroso	pH	5.7	5.38	5.25	4.7
	$\rho$	0.988	0.9841	0.9887	0.986
	T	1035	573.75	562.5	510
C Férrico	pH	2.19	1.94	1.85	1.81
	$\rho$	0.9916	0.9883	0.9897	0.9869
	T	97.5	180	285	225
S Ferroso	pH	5.42	4.55	4.03	3.97
	$\rho$	0.9877	0.9908	0.9874	0.9883
	T	1185	900	765	573.75
S Férrico	pH	2.32	2.03	1.95	1.93
	$\rho$	0.9885	0.9862	0.9941	0.9917
	T	52.5	45	60	78.75

**Sector VI.**

Tabla 22: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavadora en el sector VI, con análisis de muestra original, [pH=6.9], [ $\rho$ =0.9923] y [T=745.5].

Lavadora					
Concentración		0.5	1	1.5	2
C Ferroso	pH	5.5	5.05	4.51	4.48
	$\rho$	0.9934	0.9949	0.9945	0.9935
	T	453.75	573.75	765	510
C Férrico	pH	2.38	2.04	1.88	1.77
	$\rho$	0.9987	0.9920	0.9931	0.9950
	T	30	37.5	30	37.5
S Ferroso	pH	5.1	4.41	4.03	3.93
	$\rho$	0.9972	0.9987	0.9921	0.9945
	T	510	832.5	573.75	180
S Férrico	pH	5.52	2.11	1.98	1.96
	$\rho$	0.9958	0.9965	0.9934	0.9940
	T	45	37.5	30	37.5

Tabla 23: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavamanos en el sector VI, con análisis de muestra original, [pH=7.32], [ $\rho$ =0.9910] y [T=60].

Lavamanos					
Concentración		0.5	1	1.5	2
C Ferroso	pH	7.25	6.83	6.58	6.23
	$\rho$	0.9924	0.9834	0.9947	0.9912
	T	138.75	90	67.5	52.5
C Férrico	pH	2.41	2.09	1.82	1.74
	$\rho$	0.9946	0.9918	0.9923	0.9946
	T	900	637.5	198.75	60
S Ferroso	pH	4.51	4.25	3.81	3.37
	$\rho$	0.9978	0.9937	0.9928	0.9918
	T	45	150	97.5	45
S Férrico	pH	2.5	2.36	2.2	2
	$\rho$	0.9976	0.9956	0.9943	0.9978
	T	45	45	90	67.5

Tabla 24: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de lavaplatos en el sector VI, con análisis de muestra original, [pH=7.4], [ $\rho$ =0.9894] y [T=322.5].

Lavaplatos					
Concentración		0.5	1	1.5	2
C Ferroso	pH	5.99	5.62	5.34	5.06
	$\rho$	0.9854	0.9923	0.9945	0.9937
	T	697.5	97.5	232.5	573.75
C Férrico	pH	2.49	1.78	1.65	1.62
	$\rho$	0.9945	0.9978	0.9973	0.9951
	T	30	37.5	630	697.5
S Ferroso	pH	5.71	5.25	3.87	4.63
	$\rho$	0.9931	0.9973	0.9968	0.9910
	T	573.75	127.5	45	78.75
S Férrico	pH	3.09	2.11	1.89	1.81
	$\rho$	0.9991	0.9964	0.9973	0.9972
	T	52.5	37.5	45	37.5

Tabla 25: Datos obtenidos de las pruebas con los cuatro floculantes de regadera en el sector VI, con análisis de muestra original, [pH=6.37], [ $\rho$ =0.9943] y [T=2317].

Regadera					
Concentración		0.25	0.50	0.75	1
C Ferroso	pH	6.68	6.44	5.52	5.52
	$\rho$	0.9963	0.9936	0.9962	0.9912
	T	765	697.5	397.5	337.5
C Férrico	pH	2.41	1.95	1.75	1.71
	$\rho$	0.9932	0.9914	0.9968	0.9987
	T	127.5	926.25	1185	967.5
S Ferroso	pH	5.38	4.55	4.3	3.92
	$\rho$	0.9981	0.9960	0.9975	0.9975
	T	1492.5	285	232.5	180
S Férrico	pH	2.22	2.06	1.9	1.84
	$\rho$	0.9968	0.9972	0.9934	0.9973
	T	30	37.5	60	78.75