



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Aplicación de la 5S para mejorar la productividad del laboratorio de ensayos  
en una compañía minera, Arequipa, 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniera Industrial**

**AUTORA:**

**Huisa Huamani, Yocelin Heydi (ORCID: 0000-0002-1087-2449)**

**ASESOR:**

**Mgtr. Molina Vélchez, Jaime Enrique (ORCID: 0000-0001-7320-0618)**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Gestión empresarial y productiva**

**LIMA – PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

A mis padres por su constancia y dedicación para forjarme como la persona que soy en la actualidad.

A mis hermanos que me apoyaron, motivaron y me acompañaron a dar pasos firmes en el camino de la vida, en especial a mi hermano que me ilumina desde el cielo

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a dios por el preciado tesoro de disfrutar a mi familia en salud y unión.

Gracias a la universidad por brindarme esta gran oportunidad de desarrollo profesional.

Agradezco mucho el apoyo de mis asesores, maestros y compañeros que apoyan mi desarrollo académico

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

PAGINA DE JURADO .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS .....	x
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	9
III.METODOLOGÍA .....	21
IV RESULTADOS .....	64
V. DISCUSIÓN.....	72
VI. CONCLUSIONES .....	76
VII. RECOMENDACIONES.....	77
REFERENCIAS .....	78
ANEXOS .....	84

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Codificación causas .....	3
Tabla 2: Tabla de frecuencia de causas.....	4
Tabla 3: Estratificación de causas.....	5
Tabla 4: Matriz de operacionalización de las variables.....	24
Tabla 5: Técnica e instrumentos .....	25
Tabla 6: Relación de expertos validadores.....	26
Tabla 7: Resultados de auditoria inicial de cumplimiento de las 5's - pretest .....	29
Tabla 8: Horario de elaboración de ensayos .....	32
Tabla 9: Reporte de producción de ensayos primera semana de marzo - 2021 ...	32
Tabla 10: Producción de ensayos mineros del mes de marzo 2021 .....	33
Tabla 11: Cronograma de implementación de las 5's.....	34
Tabla 12: Presupuesto de implementación de las 5's.....	35
Tabla 13: Presupuesto de materiales.....	35
Tabla 14: Presupuesto de mantenimiento del sistema 5's - mensual .....	36
Tabla 15: Flujo de egresos implementación y sostenimiento 5's .....	36
Tabla 16: Cronograma de socialización de las 5's .....	38
Tabla 17: Cronograma de capacitación 5's al personal .....	40
Tabla 18: Responsables de limpieza mes de mayo, por zonas. ....	50
Tabla 19: Responsables de limpieza mes de junio, por zonas. ....	52
Tabla 20: Objetivos cuantificados de las 5's.....	56
Tabla 21: Resultados de Primera Auditoria 5's - Postest.....	58
Tabla 22: Comparación de resultados auditoria 5's.....	60
Tabla 23: Producción de ensayos mineros del mes de mayo 2021 - postest .....	61
Tabla 24: Evaluación económica financiera postest .....	62
Tabla 25: Análisis descriptivos de productividad, eficiencia y eficacia.....	64
Tabla 26: Prueba de normalidad de Productividad antes y después .....	67
Tabla 27: Comparación de medias para productividad con Wilcoxon.....	67
Tabla 28: Test estadístico con Wilcoxon para productividad .....	68
Tabla 29: Prueba de normalidad para eficiencia antes y después.....	68
Tabla 30: Comparación de medias para eficiencia con Wilcoxon .....	69
Tabla 31: Test estadístico con Wilcoxon para eficiencia .....	69
Tabla 32: Prueba de normalidad para eficacia antes y después .....	70

Tabla 33: Comparativo de eficacia con Wilcoxon .....	71
------------------------------------------------------	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de Ishikawa.....	2
Figura 2: Matriz de Vester para causas.....	3
Figura 3: Asignación de frecuencia según matriz de Vester .....	4
Figura 4: Diagrama de Pareto de causas .....	5
Figura 5: Estratificación de las causas .....	6
Figura 6: Matriz de priorización .....	6
Figura 7: Matriz de causa solución para baja productividad .....	6
Figura 8: Flujograma de ensayo de granulometría .....	28
Figura 9: Plano de distribución de planta del laboratorio .....	28
Figura 10: Diagrama de tela araña con resultados de auditoria 5's - pretest.....	29
Figura 11: Fases de implementación de las 5's.....	34
Figura 12: Lista de asistentes reunión de implementación de 5's.....	37
Figura 13: Lista de asistencia a la primera capacitación de 5's (02.02.2021). .....	39
Figura 14: Cronograma de actividades de implementación de las 5's .....	39
Figura 15: Fotografía de reunión de capacitación al personal - 16.02.2021 .....	40
Figura 16: Corte del listado de materiales del laboratorio.....	42
Figura 17: Distribución por áreas del laboratorio .....	42
Figura 18: Formato de Tarjeta Roja .....	43
Figura 19: Listado de elementos con tarjeta roja.....	43
Figura 20: Metodología de Aplicación de Seiton .....	44
Figura 21; Proceso de implementación de Seiso .....	48
Figura 22: Zonas de responsabilidad para la limpieza diaria. ....	49
Figura 23: Proceso de implementación del Seiketsu .....	52
Figura 24: Estándar de limpieza e inspección .....	53
Figura 25: Procedimientos escrito de trabajo seguro (PETS) .....	53
Figura 26: Proceso de implementación del Seiketsu .....	54
Figura 27: Cronograma de talleres motivacionales .....	55
Figura 28: Procedimiento de seguimiento y mejora.....	56
Figura 29: Formato de Auditorias de 5's.....	57
Figura 30: Formato de Matriz de Calificación para Clasificar.....	57
Figura 31: Diagrama con Resultados de Primera Auditoria 5's - Postest.....	58
Figura 32: Nivel de cumplimiento de las 5's antes y después.....	64

Figura 33: Comparativo de la eficiencia antes y después.....	65
Figura 34: Comparativo de la eficacia antes y después .....	65
Figura 35: Comparativo de la productividad antes y después .....	66



## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Ducto y cañerías con goteras y suciedad .....	30
Fotografía 2: Desorden y suciedad en lavaderos .....	30
Fotografía 3: Elementos fuera de lugar y en zonas de riesgo.....	31
Fotografía 4: Desorden en zona de trabajo .....	31
Fotografía 5: Elementos fuera de lugar en el laboratorio .....	41
Fotografía 6: Área húmeda Zona de lavaderos antes y después .....	45
Fotografía 7: Área seca Envases en su lugar.....	45
Fotografía 8: Anaqueles de documentos.....	46
Fotografía 9: Área de hornos .....	46
Fotografía 10: Mesas de trabajo.....	47
Fotografía 11: Área oficinas administrativa del laboratorio .....	47
Fotografía 12: Elementos del área del laboratorio.....	48
Fotografía 13: Área seca al fondo están los dos hornos.....	51
Fotografía 14: Área de hornos .....	51

## RESUMEN

En la presente investigación el objetivo es demostrar como la implementación de la metodología de las 5's mejora la productividad en el laboratorio de ensayos de una empresa minera, para tal fin se desarrolló en el laboratorio de un campamento minero en la región de Arequipa.

La investigación es de tipo aplicada, por su profundidad es explicativa y por su enfoque es cuantitativa, el diseño es pre experimental y su alcance temporal es longitudinal, donde la población de estudio está conformada por los ensayos de los relaves mineros que se realizan durante 31 días, siendo la muestra igual a la población, por lo que se trabajó con una población censal, donde los datos fueron recolectados en escala de razón, y sometidos a un análisis descriptivo e inferencial mediante el software estadístico SPSS.

De los resultados se llegó a la conclusión que como consecuencia de la implementación de metodología de 5's se mejora la productividad y la eficiencia; respecto a la eficacia, esta mantuvo los mismos niveles en razón de que el cronograma de ensayos se cumple al 100% desde antes de la implementación de la mejora.

Palabras clave: 5's, productividad, eficiencia, ensayos mineros.

## **ABSTRACT**

In this research, the objective is to demonstrate how the implementation of the 5's methodology improves productivity in the testing laboratory of a mining company, for this purpose it was developed in the laboratory of a mining camp in the Arequipa region.

The research is of an applied type, for its depth it is explanatory and for its approach it is quantitative, the design is pre-experimental and its temporal scope is longitudinal, where the study population is made up of the trials of the mining tailings that are carried out during 31 days, the sample being equal to the population, so a census population was used, where the data were collected on a ratio scale, and subjected to a descriptive and inferential analysis using the SPSS statistical software.

From the results, it was concluded that as a consequence of the implementation of the 5's methodology, productivity and efficiency are improved; Regarding efficacy, it maintained the same levels because the testing schedule is 100% fulfilled before the implementation of the improvement.

Keywords: 5's, productivity, efficiency, mining tests.

## I. INTRODUCCIÓN

La identificación de residuos mineros denominados “relaves” es de importancia pues permite identificar la presencia de elementos nocivos para la salud y contaminantes del medio ambiente, en los laboratorios de Labfigempa, Ecuador, en la identificación de componentes de muestras provenientes de relaves se detectó presencia de materiales potencialmente generadores de ácido. (Gualoto, 2021).

La eficiencia en la implementación de las 5S ha sido una gran preocupación para las empresas en la última década pasada, esto en razón de que algunos proyectos de implementación de 5S no lograron los resultados esperados de optimizar los entornos laborales; aunque, se resalta también que los hallazgos más significativos es que las prácticas 5S minimizan las causas de fallas con auditorías y limpieza continua del ambiente de trabajo, previniendo accidentes y lesiones mediante el desarrollo de un ambiente de trabajo seguro. (Abdalrazig y Abdelmutalab, 2019)

La mejora de la eficiencia es ampliamente reconocida con el fin de reducir las tasas de tiempo de inactividad e incremento de la productividad al satisfacer niveles más altos de demanda del mercado. La competencia global llevó a las empresas a luchar por la excelencia operativa mediante productos de calidad. (Supriyo, Kaushik y Biswajit, 2021)

En el Perú, los problemas de demoras en los procesos, muchas veces ocasionados por factores asociados a la calidad, afectan los niveles de productividad, por lo que muy a menudo las empresas optan por herramientas que mejoren sus procesos, entre las cuales están las metodologías asociadas al modelo Lean Manufacturing, siendo la de más utilizada las 5's, pues no solo ayuda al entorno de trabajo sino también influye positivamente en la actitud de los trabajadores sino también en incrementos sobre la productividad (Ramos, 2021)

La minería es una actividad extractiva, que representa una fuente importante de divisas por las exportaciones que genera, y por la influencia que tiene en el desarrollo de las zonas donde se encuentran sus yacimientos; una de las áreas importantes en las empresas mineras son los laboratorios de pruebas, de estas dependen muchas de sus operaciones; en los laboratorios de las empresas mineras se llevan a cabo ensayos por compresión para investigar las características de fracturamiento y comportamiento mecánico de la roca, así como pruebas para

determinar la composición fisicoquímica de los materiales. (Cao, Yao, Hu, Wang, Li & Meng, 2021)

En este entorno la compañía minera que desarrolla sus operaciones en la región Arequipa, cuentan con un sistema de tratamientos de relaves diseñado para 37,4 millones de toneladas al año. Los relaves tienen diferentes características, de acuerdo al origen del mineral, su manejo es importante para evitar fugas y accidentes que puedan afectar el medio ambiente. Cada día la producción de relaves implica un constante manejo de muestras que son sometidas a pruebas de ensayo en laboratorios especializados. Es en el laboratorio de ensayos de Una compañía minera, en que se desarrolla la presente investigación, donde se da continuos retrasos en la entrega de resultados, la evidencia muestra que esto se debe a un orden no adecuado de los insumos, a la contaminación de los recipientes por un no eficiente proceso de lavado de recipientes y falta de mantenimiento de los equipos de ensayo; en este contexto a fin de establecer las causa del no cumplimiento de los objetivos establecidos, de falta de eficiencia y eficacia en nuestros procesos es que se procede a efectuar el análisis causa efecto a fin de encontrar el origen de la problemática presentada, que nos lleve a la solución pertinente. (La empresa minera)

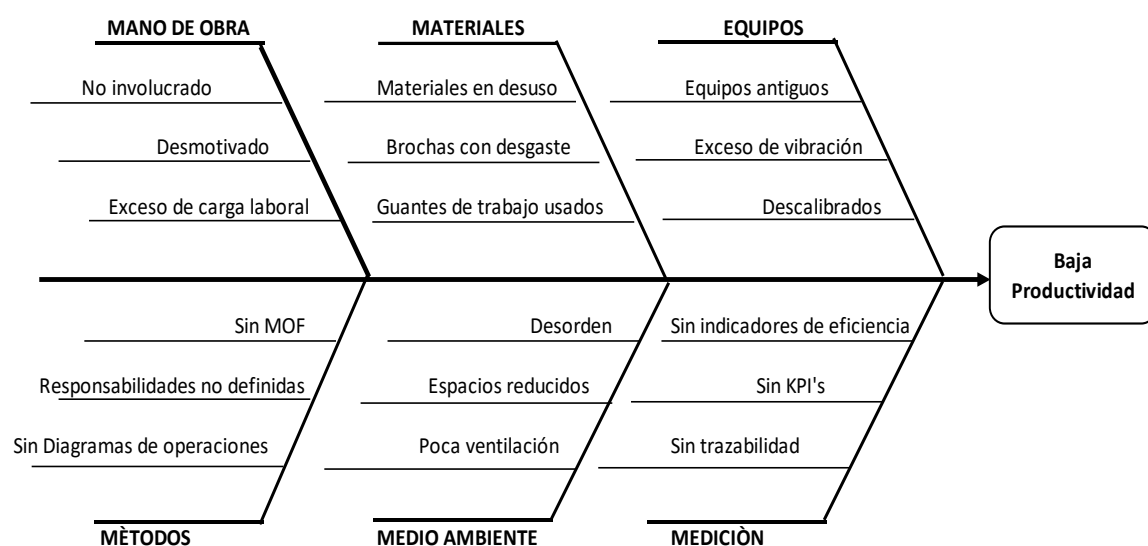


Figura 1: Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

Se ha construido un diagrama de Ishikawa o causa – efecto, donde el problema está señalado como baja productividad, y las causas han sido agrupadas en seis categorías, mano de obra, materiales, equipos, métodos de trabajo, medio

ambiente y medición, conforme se muestra en la figura 1, en los cuales se puede apreciar algunas causas como personal desmotivado, no involucrado, materiales en desuso, desorden, espacios reducidos, poca ventilación, falta de indicadores, entre otros, que nos hace prever que la solución podría estar alineada con la aplicación de la metodología de las 5's.

A fin de poder tener la facilidad de someterlas a un análisis más profundo se procedió a listarlas y codificarlas, como se muestra en la tabla 1.

*Tabla 1: Codificación causas*

Código	Causa	Código	Causa
C1	No involucrado	C10	Desorden
C2	Desmotivado	C11	Espacios reducidos
C3	Exceso de carga laboral	C12	Poca ventilación
C4	Materiales en desuso	C13	Sin MOF
C5	Brochas con desgaste	C14	Responsabilidades no definidas
C6	Guantes de trabajo usados	C15	Sin DOP
C7	Equipos antiguos	C16	Sin indicadores de eficiencia
C8	Exceso de vibración	C17	Sin KPI's
C9	Descalibrados	C18	Sin trazabilidad

Fuente: Elaboración propia

Una vez codificadas las causas, se procede a determinar la causa raíz o causas que tienen mayor influencia en la baja productividad, para tal fin se procede con la matriz de Vester, donde se muestran una correlación entre las causas, siendo las de mayor valoración las causas C10, C1, C2, C11 y C4. (Figura 2).

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	Total
C1		5	5	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	53
C2	5		5	3	3	3	1	3	1	5	3	3	3	3	3	3	3	3	51
C3	5	5		1	1	1	1	1	1	3	1	1	3	3	3	1	1	1	33
C4	5	5	5		3	3	3	3	3	3	3	1	5	3	3	3	3	3	57
C5	1	3	3	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
C6	1	3	3	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
C7	1	3	3	1	1	1		3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	25
C8	1	1	1	1	1	1	1		3	1	1	1	1	3	1	3	1	1	23
C9	1	5	1	1	1	1	3	3		1	1	1	1	3	1	1	1	1	27
C10	5	5	5	3	3	3	3	3	3		5	5	5	5	3	3	3	3	65
C11	5	5	5	3	1	1	3	3	3	5		5	3	3	1	3	1	3	53
C12	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3		1	1	3	1	1	1	23
C13	3	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1		5	3	1	1	1	33
C14	3	3	3	1	1	1	1	1	1	3	3	1	3		3	1	1	1	31
C15	3	3	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3		1	1	1	29
C16	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		3	3	25
C17	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		3	25
C18	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3		25

*Figura 2: Matriz de Vester para causas*

Fuente: Elaboración propia

Con los valores de la matriz de Vester se procedió a asignarles frecuencias, las que se muestran en la figura 3; y la respectiva tabla de frecuencia (Tabla 2), las que sirvieron para construir el Diagrama de Pareto que se muestra en la figura 4, en el que se evidencia que las principales causas son las C10, C4, C1, C11 y C2, las que en conjunta originan el 80% del problema de baja productividad en el laboratorio.

Causas que originan baja productividad	Puntaje de Correlación	Frecuencia	Ponderación total
No involucrado	53	5	265
Desmotivado	51	5	255
Exceso de carga laboral	33	3	99
Materiales en desuso	57	5	285
Brochas con desgaste	21	1	21
Guantes de trabajo usados	21	1	21
Equipos antiguos	25	1	25
Exceso de vibración	23	1	23
Descalibrados	27	1	27
Desorden	65	5	325
Espacios reducidos	53	5	265
Poca ventilación	23	1	23
Sin MOF	33	1	33
Responsabilidades no definidas	31	1	31
Sin DOP	29	1	29
Sin indicadores de eficiencia	25	1	25
Sin KPI's	25	1	25
Sin trazabilidad	25	1	25

Figura 3: Asignación de frecuencia según matriz de Vester

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2: Tabla de frecuencia de causas

Causas que originan baja productividad	Ponderación total	%	Acumulado	%
Desorden	325	0.180355	325	18.0%
Materiales en desuso	285	0.158158	610	33.9%
No involucrado	265	0.147059	875	48.6%
Espacios reducidos	265	0.147059	1140	63.3%
Desmotivado	255	0.141509	1395	77.4%
Exceso de carga laboral	99	0.054939	1494	82.9%
Sin MOF	33	0.018313	1527	84.7%
Responsabilidades no definidas	31	0.017203	1558	86.5%
Sin DOP	29	0.016093	1587	88.1%
Descalibrados	27	0.014983	1614	89.6%
Equipos antiguos	25	0.013873	1639	91.0%
Sin indicadores de eficiencia	25	0.013873	1664	92.3%
Sin KPI's	25	0.013873	1689	93.7%
Sin trazabilidad	25	0.013873	1714	95.1%
Exceso de vibración	23	0.012764	1737	96.4%
Poca ventilación	23	0.012764	1760	97.7%
Brochas con desgaste	21	0.011654	1781	98.8%
Guantes de trabajo usados	21	0.011654	1802	100.0%

Fuente: Elaboración propia

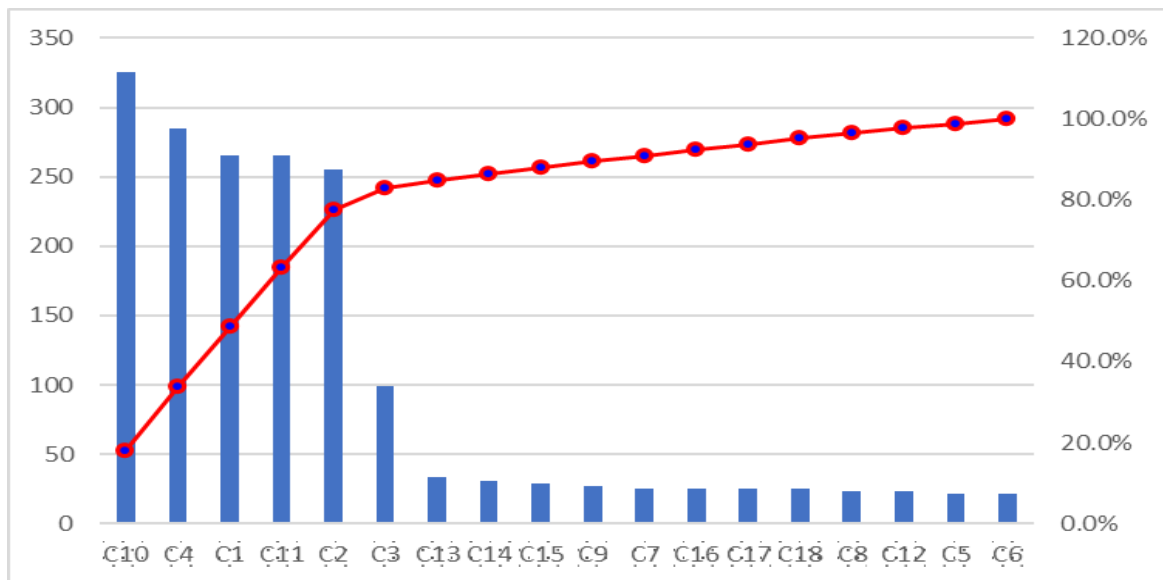


Figura 4: Diagrama de Pareto de causas

Fuente: Elaboración propia

Una vez, asignadas las frecuencias a todas las causas, las mismas fueron agrupadas según el área en el que corresponden (Tabla 3), siendo que en el área de operaciones es donde se agrupan la mayor cantidad de causas, con una ponderación de 66%, GTH con 29% y mantenimiento con 5% (Figura 5).

Tabla 3: Estratificación de causas

Causas que originan baja productividad	Ponderación total	Área
Exceso de carga laboral	99	Operación
Materiales en desuso	285	
Brochas con desgaste	21	
Guantes de trabajo usados	21	
Desorden	325	
Espacios reducidos	265	
Sin MOF	33	
Responsabilidades no definidas	31	
Sin DOP	29	
Sin indicadores de eficiencia	25	
Sin KPI's	25	
Sin trazabilidad	25	
Equipos antiguos	25	
Exceso de vibración	23	
Descalibrados	27	
Poca ventilación	23	
No involucrado	265	Gestión
Desmotivado	255	

Fuente: Elaboración propia



Àrea	Peso	%
GTH	520	29%
MANTENIMIENTO	98	5%
OPERACIONES	1184	66%
	<b>1802</b>	<b>100%</b>

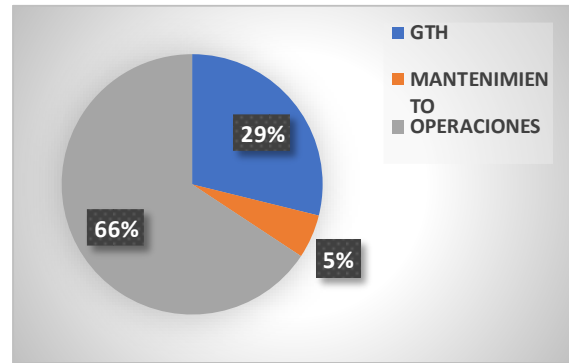


Figura 5: Estratificación de las causas

Fuente: Elaboración propia

Definidas las áreas en las cuales se presentan las causas, se elaboró la matriz de priorización, mostrada en la figura 6, de la misma se puede constatar que según la calificación obtenida la prioridad de solución la tienen las causas agrupadas en el área de operaciones, y de los tipos de causas agrupadas se desprende que la solución pasa por implementar del modelo japonés de las 5's.

Áreas	Mano de Obra	Materiales	Maquinarias	Métodos	Medio Amb.	Medición	Criticidad	Total	%	Impacto	Calificación	Prioridad	Medida a tomar
Operaciones	1	3	3	2	3	3	Alto	15	83%	10	150	1	5's
Gestión				1			Bajo	1	6%	1	1	3	Coaching
Mantenimiento	2						Medio	2	11%	5	10	2	Manto. Prevent.
	3	3	3	3	3	3		18	100%				

Figura 6: Matriz de priorización

Fuente: Elaboración propia

En la figura 7, se puede visualizar que la herramienta de ingeniería industrial que da solución a las causas que originan la baja productividad en el laboratorio de ensayos de la una compañía minera, es la implementación de las 5's.

Causas	Origen	Solución	Herramienta de Ingeniería Industrial
Desorden	Acumulación de objetos	Ordenar	5's
No involucrado	Entorno de trabajo	Involucrar	
Desmotivado	Entorno de trabajo	Motivar	
Espacios reducidos	Acumulación de objetos	Ordenar	
Materiales en desuso	Acumulación de objetos	Ordenar	

Figura 7: Matriz de causa solución para baja productividad

Fuente: Elaboración propia

Dentro de este contexto, se formula el problema general, ¿Cómo la implementación de las 5's mejora la productividad en el laboratorio de ensayos de una compañía minera, Arequipa?; y los problemas específicos, ¿Cómo la implementación de las 5's mejora la eficiencia en el laboratorio de ensayos de una compañía minera, Arequipa? y ¿Cómo la implementación de las 5's mejora la eficacia en el laboratorio de ensayos de una compañía minera, Arequipa?

Para VALDERRAMA y VELASQUEZ (2019) la justificación es la razón por la cual se desarrolla una investigación; se justifica en su ámbito **metodológico** en razón que el método que se está utilizando corresponde a lo más apropiado para el cumplimiento de los objetivos de la investigación en entornos de la ingeniería, dado que se trabaja con datos objetivos en escala de razón y tanto el método como los instrumentos han sido validados por expertos ingenieros, y también por que necesariamente se debe desarrollar un diseño metodológico experimental. Asimismo, el método que se está utilizando servirá de modelo para futuras investigaciones que sobre el tema se desarrollen por lo que se podría estandarizar.; la presente investigación tiene **justificación practica** dado que se cuenta con la certeza que al implementar la metodología japonesa de las 5's, se va dar solución a los problemas que tiene se tiene por demoras en el desarrollo de los ensayos, al resolver temas de clasificación y orden de los materiales que la originan; asimismo, se cuenta con los recursos necesarios y dentro del personal del laboratorio hay ingenieros industriales con las capacidades para poder ejecutar la implementación de las 5's, y así lograr la mejora de la productividad; la **justificación económica** se da en la medida que al implementar las 5's, los materiales y equipos que son necesarios para el desarrollo de los ensayos se encontrarán clasificados y ordenados adecuadamente, ocasionando que los tiempos que se invierten en su búsqueda se reduzcan, generando ahorros en el costo de la mano de obra; hay que tener presente que en el laboratorio trabajan 7 técnicos dedicados al desarrollo de los ensayos, lo cual lo desarrollan a un 80% de eficiencia, y teniendo disponible para tal fin el 53.33% del total de su tiempo de labores, si tenemos presente que el 53.33% del total de la planilla de los 7 técnicos es destinada para cubrir sus labores de desarrollo de los ensayos, la ineficiencia representa el 10.66% de su planilla; en el presente trabajo se estima reducir la ineficiencia en un 50% como mínimo.

Siguiendo con los objetivos de investigación, estos los formulamos según, el objetivo general; determinar cómo la implementación de las 5's mejora la productividad en el laboratorio de ensayos de una compañía minera, Arequipa; y los objetivos específicos; establecer cómo la implementación de las 5's mejora la eficiencia en el laboratorio de ensayos de una compañía minera, Arequipa; y establecer cómo la implementación de las 5's mejora la eficacia en el laboratorio de ensayos de una compañía minera, Arequipa.

Siendo las hipótesis de investigación general; la implementación de las 5's mejora la productividad en el laboratorio de ensayos de una compañía minera, Arequipa; y las hipótesis específicas; la implementación de las 5's mejora la eficiencia en el laboratorio de ensayos de una compañía minera, Arequipa; y la implementación de las 5's mejora la eficacia en el laboratorio de ensayos de una compañía minera, Arequipa.

## II. MARCO TEORICO

Dan respaldo a nuestra variable 5's en laboratorios de empresas mineras, los trabajos previos siguientes:

Abdalrazig y Abdelmutalab, (2019), en su artículo de investigación titulada "Evaluating the effectiveness of 5S implementation in the industrial sector" plantean como objetivo de estudio fue evaluar la efectividad de la implementación de las prácticas 5s, para tal fin, desarrollaron una investigación descriptiva, la población objetivo fueron 40 trabajadores. Los resultados de este estudio indican que la implementación de las 5S aumentó la eficiencia en el flujo de operaciones, mejoró el entorno laboral, redujo el traslado de los trabajadores y permite un mayor orden después de la eliminación de elementos no deseados. La presente investigación, nos muestra cómo pueden implementar eficazmente las 5S utilizando herramientas completamente probadas para proporcionar el entorno necesario para la operación de sus procesos.

Huánuco y Rosales (2018), los autores en su artículo de investigación, "Impacto de las 5S en la Calidad Microbiológica del Aire del laboratorio de calidad de productos agro biológicos", la presente investigación se busca analizar la implementación de un sistema 5s monitoreando la calidad de la microbiología del aire en laboratorio de productos agro biológicos, la cual se basa en una filosofía de trabajo que nos ayuda a avanzar un plan sistemático para poder sostener la categorización, orden, limpieza, la cual nos permite aumentar la productividad, dar seguridad a los trabajadores, fomentar un excelente clima laboral, mejorar la calidad y competitividad de una empresa. En cuanto al tipo de investigación es aplicada, descriptiva. La metodología implementando por el sistema 5s busca adecuar el control microbiológico, realización de materia prima por fermentación líquida y monitoreo de la calidad, para esto se efectúa un análisis de la calidad microbiológica del aire en el centro de labores de Calidad y Productos agro-biológicos de la empresa INNOVAK GLOBAL, en Los Olivos – Perú. El resultado de la siguiente investigación nos permite analizar el beneficio obtenido tras establecer los cinco pilares de las "5S" en el centro de labores en estudio en cuanto a la calidad de microbiológica en el aire; no obstante, para poder obtener unos excelentes resultados tras el uso del sistema de "5S" es vital tener a un líder el cual se pueda

capacitar, que sea capaz de encaminar y que transmita los conocimientos al equipo de trabajo.

Ebuetce, & Doggett, (2018) los autores en su artículo cuyo título Analysis of the 5S technique: Case study of a surveying laboratory, tiene como objetivo es determinar los efectos de la implementación de las 5's sobre la eficiencia del entorno laboral, el tiempo de búsqueda de los equipos, entre otros; para tal fin se desarrolló una metodología, mixta de alcance longitudinal, con una evaluación inicial de revisión de literatura y luego la evidencia de la implementación de las 5's en un laboratorio, donde se midió los resultados con un pretest y un posttest; el resultado muestra mejoras significativas en la eficiencia en el entorno de trabajo, en la seguridad del laboratorio. Los resultados evidencian beneficios en el laboratorio, un incremento de 6.6% en la eficiencia, y una reducción del 12% en la búsqueda de los equipos.

Singh, Rastogi & Sharma (2014), en su artículo de investigación Implementation of 5S practices: A review; tiene como objetivo la revisión de estudios previos sobre los beneficios que obtiene las empresas por la implementación de las 5'S; el artículo recurre a métodos cualitativos de revisión de literatura; concluyendo que la metodología de las 5's es eficaz cualquiera que sea el tipo de empresa, e independiente de su tamaño y niveles de producción o servicio.

Randhawa and Ahuja, (2017), el artículo titulado, Evaluating impact of 5S implementation on business performance, tiene como propósito la evaluación de los resultados de la implementación de las 5's en las empresas de la India, para tal fin los investigadores desarrollaron una investigación con metodología cuantitativa donde se aplicó un cuestionario; los resultados demuestran que las empresas donde se han aplicado las 5's acumularon beneficios significativos en la productividad, la calidad y la seguridad; asimismo, se ha evidenciado un mayor compromiso e integración con el personal; así como reducción en los desplazamientos y optimización de costos.

Attri, Singh and Mehra, (2017), los investigadores en su artículo, Analysis of interaction among the barriers to 5S implementation using interpretive structural modeling approach; tienen el objetivo de analizar las barreras que se presentan en la implementación de las 5's; para tal fin desarrollan una metodología mixta de revisión de literatura a la par con la aplicación de un cuestionario, identificando una serie de factores que se requieren tener en cuenta para una implementación

exitosa de las 5's, entre los factores se encuentran las limitaciones económicas, el poco compromiso de la alta dirección y del personal, la falta de objetivos estratégicos, entre otros; la investigación concluye que la implementación de las 5's trae beneficios a las organizaciones que se reflejan principalmente en la productividad.

Attri, Ashishpal, Khan, Siddiquee, & Khan, (2020), los autores en su artículo de título ISM-MICMAC approach for evaluating the critical success factors of 5S implementation in manufacturing organisations, tienen como objetivo analizar los factores críticos del éxito en la implementación de las 5's en las empresas; para tal fin desarrollaron una investigación de enfoque mixto, con revisión documental y entrevistas, logrando determinar 20 factores críticos que determinan el éxito de las 5's; entre los factores detectados se encuentran la intervención de la alta dirección, el liderazgo, la capacitación, la determinación de responsabilidades, el compromiso de los colaboradores, entre otros; los autores concluyen que los factores críticos del éxito juegan un rol importante en la consecución de los objetivos de la implementación de las 5's,

Piñero, Vivas, & de Valga, (2018), en su artículo Programa 5S' s para el mejoramiento continuo de la calidad y la productividad en los puestos de trabajo, tienen como objetivo establecer la mejora en la productividad y calidad en los puestos de trabajo como consecuencia de la implementación de las 5's: la metodología responde a un enfoque cualitativo, documental de revisión de literatura de contexto internacional; se concluye los avances importantes de la metodología en los países de América Latina y México, los incrementos en la productividad, calidad y competitividad en las empresas que han implementado las 5's.

Herrera y Taípe (2017), la presente tesis titulada, "Implementación de la metodología 5s en el laboratorio de no metálicos Fiq – Uncp", tiene como finalidad el analizar la influencia de la implementación del método de las 5S en el procedimiento productivo de un laboratorio de No Metálicos, el cual nos ayuda a mejorar el clima laboral, además de la vida útil de los equipos de trabajo (maquinarias, equipos pesados, etc.); se implementó una guía para el laboratorio de No Metálicos en cuanto a los principios de las 5S: clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina. El presente estudio usa el método descriptivo y explicativo. Con la implementación del sistema se busca eliminar los despilfarros

ocasionados por el desorden, la falta de aseo por parte de los trabajadores, las fugas por parte de las herramientas, contaminación, reducir los tiempos de respuestas, para esto se seleccionó lo incensario aplicando una tarjeta roja, dando orden a los objetos en su lugar que le corresponde, la limpieza y su inspección; se clasificó todos los ítems con poca rotación y se les puso la tarjeta amarilla; la selección correcta de la maquinaria pesada en general, el orden en los modelos, equipos y materiales. Los resultados arrojaron que la implementación del modelo "5S" se utilizó para influenciar positivamente en el proceso productivo, Los resultados arrojaron que tras la implementación del modelo de "5S" se disminuyó el tiempo del albariño en 8 horas por cada 100 objetos esto se corroboró con el Diagrama Analítico del Proceso. Por tanto, la presente investigación se toma como punto de referencia con el fin de corroborar la metodología "5S" en la empresa en mención. Cárdenas (2021), en su tesis, la aplicación de la metodología 5s y la mejora de la productividad de un laboratorio clínico del distrito de San Juan de Lurigancho en el presente estudio se cuenta como objetivo evidenciar el progreso de la productividad de un Laboratorio Clínico; para tal fin se desarrolló un estudio de enfoque cuantitativo, de diseño preexperimental el cual solo tiene un grupo de evaluación pretest y posttest; por medio del uso de las "5S" se busca eliminar, la demora que existe cuando se están tomando las muestras, esto dado que hay demasiado desorganización y se dificulta el reconocimiento de los materiales a usar, fallos en la inscripción de clientes (resultados), falta de orden por parte de los clientes, el espacio para las tomas de muestras no es el adecuado, hay información equivocada y repetitiva que se le da a los clientes, no se respetan roles en el laboratorio; asimismo, se pretende la reducción del margen de error en el cese de resultados y decrecimiento de pérdida de materiales de la empresa. Por medio de un check list, el cual se usó como herramienta para poder analizar la aplicación del sistema, se pudo corroborar el cumplimiento de los objetivos planteados, los resultados arrojados por el presente estudio evidenciaron que la proporción del cumplimiento de las "5S" en el centro laboral subió de 46% a 81%; y por otro lado se evidenció mejoras en la productividad. Por tanto, el presente estudio sirve como punto de referencia para corroborar que la implementación de la metodología del "5S" tiene un fuerte impacto en la productividad de las empresas.

Esquivel (2021), en su tesis “Propuesta de mejoramiento utilizando la herramienta 5’s en la empresa Laboratorio Ángel Bioindustria.” tiene como objetivo la aplicación de la herramienta de las 5’s en el laboratorio de la empresa Ángel Bioindustrial, y así mejorar el entorno de trabajo y de paso mejorar la productividad. Para tal fin el investigador se planteó tres etapas; primero, la identificación de las condiciones actuales y de los principales problemas del laboratorio; segundo, aplicación de la herramienta de 6’s; y tercero, normalizar el proceso de organización, orden, limpieza y seguridad del laboratorio. Durante el desarrollo de la investigación se presentaron factores externos no controlables, registro un elevado incremento de demanda de análisis de pruebas en el laboratorio (SARCOV2) que rebaso la capacidad instalada, lo que no permitió verificar el incremento de la productividad, pero si se evidencio fotográficamente las mejoras en cuanto al orden, organización, limpieza, seguridad, actitud del personal. Se concluye también la importancia de la herramienta 5’s y su influencia en indicadores de calidad y mejora de la productividad. La presente investigación nos ayuda en cuanto a la metodología a implementar.

Obregon (2017) en su tesis “Mejora de procesos de un laboratorio de análisis fisicoquímico a través de la implementación de la herramienta 5’s.”, tuvo como objetivo, la mejora de procesos a través de la implementación de las 5’s, a un laboratorio de análisis físico químico; la investigación sigue el paradigma positivista, es de enfoque cuantitativo, de diseño cuasi experimental; se determinó que en el laboratorio existían cuellos de botella que limitaban los procesos en cuanto al tiempo. Después de la implementación de las 5’s, se pudo verificar un mayor orden, organización, limpieza, seguridad y cumplimiento de estándares en el laboratorio; entre los resultados alcanzados, se pudo verificar un incremento en el grado de satisfacción de los trabajadores del laboratorio pues evidencian un mejor ambiente de trabajo, más agradable, confortable y seguro; por otro lado, se logró reducir el tiempo de análisis de sólidos totales en 32%, por lo que se mejoró también la productividad. La presente investigación nos demuestra que mediante la aplicación de las 5’s se mejora la productividad y el ambiente de trabajo.

Asimismo, en cuanto a la variable productividad en laboratorio de prueba en mineras, se señalan los autores y sus trabajos, siguientes:



Supriyo, Kaushik and Biswajit (2021), el presente artículo titulado “Strategic planning of optimising productivity: a '5S under lean quality' approach “, nos refieren sobre la competencia de las empresas en el mercado altamente globalizado con fines de alcanzar niveles óptimos de excelencia operativa mediante productos de calidad. El objetivo de la presente investigación es mejorar la eficiencia en la línea de producción con la finalidad de reducir los tiempos muertos y satisfacer los altos niveles de la demanda del mercado es reconocida. Por lo que las empresas adoptan iniciativas de calidad como las herramientas Lean para mejorar la productividad. El artículo se centra en la implementación de las 5's como solución para minimizar los desperdicios y mejorar la productividad.

Flor (2017), en su tesis “Propuesta de mejora en los procesos de recepción de muestras de concentrados para el incremento de la productividad. Caso de una empresa de servicios que certifica la ley de composición en los minerales.”, plantea como objetivo la mejora de procesos para incrementar la productividad en el área de recepción de muestras de concentrados de un laboratorio; la autora indica una investigación aplicada y descriptiva, con enfoque cuantitativo y de diseño experimental, la técnica utilizada es el análisis documental de fuentes oficiales de la empresa. En la práctica se realizó un análisis de los ingresos al laboratorio entre los años 2014 al 2015; y se propuso la implementación de herramientas que mejorarán la trazabilidad y sistematización de los procesos. Como consecuencia de la implementación de las propuestas, se logró alcanzar mejoras en la productividad de 89.57%, y mejora de la trazabilidad en 214.27%. La presente investigación nos demuestra que toda aquella mejora que se haga en los procesos o en el ambiente de trabajo tiene repercusiones positivas en la productividad.

Condori (2019) en sus tesis” Implementación de un planeamiento de minado a cielo abierto con uso del software minesight para alcanzar la producción óptima mediante la evaluación de las características geotécnicas en la Unidad Minera María 2-Moquegua” plantea como propósito la mejora de la productividad mediante la evaluación de las características geotécnicas en un laboratorio de pruebas de una unidad minera en Pampa Congas, departamento de Moquegua; para tal fin la autora desarrolla una investigación aplicada, de nivel descriptivo y explicativo, con enfoque cuantitativo, cuyo análisis de datos se desarrolló entre 2017 y 2019; como consecuencia de la implementación del planeamiento de minado a cielo abierto se

logró incrementar los niveles de producción alcanzando el 99.58 % de las metas planificadas, y se alcanzó el 94% de cumplimiento de las metas anuales de producción. La presente investigación demuestra que la productividad se incrementa en la medida que se mejoren los procesos.

Vargas (2020), en su tesis “Propuesta de aplicación del estudio del trabajo para incrementar la productividad en las pruebas de lixiviación en botellas en un laboratorio metalúrgico de una empresa minera.” el propósito es incrementar la productividad en las pruebas de lixiviación en un laboratorio metalúrgico de una empresa minera, a través del estudio del trabajo. Para tal fin, el autor desarrolló una investigación de tipo aplicada, con diseño pre experimental, en la que la población estuvo definida por todas las pruebas de lixiviación durante un periodo de 10 meses; para el desarrollo de la aplicación se identificó las causas de la baja productividad mediante el uso de herramientas de la calidad, determinándose que el conjunto de causas podría ser solucionado si se aplicaba un estudio de métodos, después de la verificación de los resultados se llegó a la conclusión, que la productividad se incrementó en 7.3% con un ahorro de US\$ 42,000 anuales, solo por la reducción de la repetición de pruebas en el laboratorio; se calculó la inversión de la mejora en US \$ 21,737, siendo los resultados económicos y financieros de 127% de TIR y un VAN de US\$ 76,502. La presente investigación refuerza nuestra hipótesis en el sentido que las mejoras que se aplican a los procesos repercuten positivamente en la productividad.

Ormeño (2019) en su tesis “Planificación y control basado en procesos para la gestión del tiempo y costo de la obra laboratorios para la EP Ingeniería de Minas de la UNA Puno en la ejecución de estructuras” tuvo como objetivo la aplicación de un sistema de planificación y control basado en procesos para mejorar la gestión del tiempo y reducir los costos de un proyecto de construcción en la ciudad de Puno; el sistema de planificación y control es una herramienta de ingeniería que se utiliza para gestionar los procesos, dándole mayor importancia a aquellos que tienen mayor presencia por lo que se recomienda un primordial seguimiento y control, dentro de lo que llamamos la mejora de procesos. EL investigador indica que su tesis tiene un diseño de campo, definido con un estudio del caso, donde la población está conformada por el personal de obra de la mina; y su ubicación temporal se entiende entre los años 2017 y 2018. La técnica que se utilizó es el análisis

documental y la observación, cuyos datos fueron trabajados en Excel y también con el software Minitab 18. Los resultados de la investigación, demuestran una gestión eficiente del tiempo y costo de la obra laboratorio para la EP Ingeniería de Minas, se obtuvo un 105.45% de mejora en el cumplimiento de los programas; y, por otro lado, el nuevo método de trabajo resultó ser 36.5% más eficiente que el método anterior. La presente investigación nos refuerza el entendimiento de que las mejoras en los procesos, mediante alguna herramienta de ingeniería que ayude a utilizar mejor los recursos o a mejorar el entorno de trabajo trae como consecuencia incrementos en la productividad.

Ñopo (2019), el autor en su tesis “Aplicación de la estandarización de procesos para aumentar la productividad en el laboratorio químico de INGEMMET, San Borja-2019.” tiene como objetivo la mejora de la productividad en el laboratorio químico de Ingemmet, mediante la estandarización de los procesos en el área de muestras de geoquímicos; el autor indica desarrollo una investigación por su finalidad de tipo aplicada, por su profundidad descriptiva y explicativa, con enfoque cuantitativo, y de diseño cuasi experimental, y alcance temporal longitudinal; donde el análisis de la información se centró entre los años 2018 y 2019, entre los cuales se recolectó una muestra de 20 datos. Con miras de mejorar la productividad primero se detectó las causas que la originaban sus niveles no adecuados, para lo cual se utilizó algunas herramientas de la calidad, como Ishikawa, Pareto, matriz de valoración de soluciones, de donde se obtuvo que la mejor alternativa era la estandarización de procesos. Como consecuencia de la aplicación de la herramienta propuesta se mejoró la productividad, la eficiencia y la eficacia en el análisis de muestras geoquímicas en el laboratorio químico de Ingemet. La presente investigación demuestra que las mejoras que se ejecuten en los procesos en un laboratorio de muestras geoquímicas mejoran los índices de eficiencia, eficacia y productividad. Asimismo, a fin de dar soporte teórico a la presente investigación nos referimos a los siguientes autores:

Para los investigadores Aldavert, Vidal, Lorente & Aldavert (2016), las 5's es una herramienta japonesa que busca la mejora en las empresas gracias al impacto y cambio que generan tanto en las empresas como en sus trabajadores.

Gutiérrez (2014), menciona que para que se genere mejoras en la empresa, primero tiene que haber organización, orden, limpieza y disciplina; Manzano &

Gisbert (2016), refuerzan la idea que las 5's es una herramienta que prioriza el orden y la limpieza en el puesto de trabajo como primer paso a encontrar cualquier mejora en los procesos.

Subburaman, (2019) indica que las 5's, es una herramienta que involucra una organización del entorno laboral, y su objetivo es reducir el tiempo de ubicación de un elemento que participa del proceso de producción, indica que la reducción del tiempo puede alcanzar un ahorro del 39.6%.

Chandrayan, Solanki, & Sharma, (2019), señalan que las 5's, mejora la eficiencia, la productividad y la calidad, al propiciar un entorno de trabajo ordenado y limpio, Shaikh et al (2015) indican que es una metodología que propicia un lugar de trabajo adecuadamente organizado, organizado, limpio, donde se pueda trabajar con adecuados parámetros de calidad y eficacia; en el mismo sentido Aldavert, Vidal, Lorente & Aldavert (2016) mencionan que las 5's busca implantar cambios ágiles y rápidos a largo plazo dentro de una organización, para lo cual se tiene el compromiso y participación activa de empleados y directivos; asimismo, Alefari, Salonitis & Xu (2017) refuerza la idea de que para que la implementación de las 5's tenga el éxito esperado se debe contar con el compromiso de la alta dirección.

Por otro lado, Vorkapic, Cockalo, Đorđević & Besic, (2017), señalan que las 5s es una filosofía de trabajo que debe posibilitar la creación de las condiciones adecuadas de trabajo y la implementación de nuevas alternativas de solución a los problemas que se presenten, debe posibilitar la optimización del entorno de trabajo. Filip & Marascu-Klein (2015) señalan que en un entorno de 5's se requiere una buena organización y seguridad en los procesos de trabajo, y una actitud de mejora continua; y que las 5s se deben implementar en el orden correcto y en el momento adecuado (Pacana & Woźny, 2016). En el mismo sentido, Indrawati, Saleh, & Kariza, (2019) señalan que parte importante de la implementación de las 5's esta centrado en la cultura laboral, pues esta metodología esta fundamentada en una filosofía del comportamiento de las personas, que implica entre otras cosas el mantener ordenado, organizado y limpio su lugar de trabajo.,

Rey (2005) señala que la metodología de las 5's mejora los indicadores de la productividad, y que se puede utilizar en cualquier tipo e empresa, y que los cambios que reflejan no solo en el entorno de trabajo sino también en la forma de pensar de los colaboradores, pues se no nota el compromiso que asumen.

Vargas (2000) señala que existen diversos estudios que demuestran el éxito que se obtiene en las empresas que aplican las 5's, no solo en Japón, sino también en diversas partes del mundo; Witt, Sandoe, & Dunlap, (2018), afirma que las 5's reduce los niveles de mermas y desperdicios.

Bartnicka, C. (2018), señala que las 5's promueve una filosofía de lugares de trabajo bien organizado y ordenados.

Rajadell y Sánchez (2014) indican que para la implementación de las 5's se han establecido 5 pasos, los cuales inician previamente con el compromiso de los directivos de la empresa y el compromiso de los colaboradores, luego viene la implementación de cada un a de las 5's.

El Comité Premio Nacional 5S Perú (2016), considera que las 5s permite que las empresas peruanas promuevan con éxito la mejora continua.

Reyes et al (2017), nos mencionan que las 5s comprenden los siguientes cinco principios:

**1. Seiri (seleccionar).**

Según Rajadell y Sánchez (2010), nos indica que su función principal es la de permitir contar en el ambiente de trabajo con los materiales y elementos de trabajo necesarios, y a l vez de que estén adecuadamente clasificados, descartando todo aquello que no sea absolutamente necesario o que no se encuentre en condiciones adecuadas de uso.

**2. Seiton (orden).**

Rajadell y Sánchez (2010), non dicen que los materiales que han sido clasificados deben tener una ubicación adecuada en el ambiente de trabajo; se debe organizar todos los elementos que son indispensables en el cumplimiento diario de las actividades de los trabajadores, esto con la finalidad de tener un rápido y fluido acceso, a fin de evitar tiempos improductivos. La sugerencia es ordenar los materiales y elementos según la frecuencia de uso, estando más cerca al puesto de trabajo aquellos de uso frecuente.

**3. Seiso (limpiar).**

Rajadell y Sánchez (2010), esta etapa nos dice que el ambiente de trabajo debe estar libre de elementos extraños, que originen suciedad, no debe existir vestigios de polvo o desperdicios, toda el área debe estar necesariamente

limpia, a fin de evitar accidentes de trabajo y de motivar un ambiente adecuado, donde el trabajo sea fluido y sin contratiempos. Para tal fin, la recomendación es que la limpieza debe estar a cargo de los propios trabajadores a fin de involucrarse y fomentar el trabajo participativo, señalando responsabilidades y cronogramas de limpieza establecidos.

4. Seiketsu (estandarizar).

Rajadell y Sánchez (2010), nos indica que en esta etapa se debe fortalecer la continuidad de las tres primeras “S”, se debe asumir como parte del trabajo diario la continuidad del mantenimiento de la clasificación, orden y limpieza del ambiente de trabajo; para tal fin es necesario también estandarizar mediante la implementación de guías y procedimientos de cumplimiento obligatorio todas las actividades conducentes al mantenimiento del nuevo orden y del uso eficiente de los ambientes y de los trabajos desarrollados.

5. Shitsuke (autodisciplina).

Rajadell y Sánchez (2010), nos refiere que aparte del seguimiento que se le hace a las 4 primeras “S”, se debe fomentar la participación e involucramiento de todo el personal en el sostenimiento de las 5’s en el tiempo, todos los trabajadores deben ser parte del proceso, todos deben estar atentos al cumplimiento de las disposiciones planificadas; se debe procurar como parte de la cultura de los trabajadores la inspección visual constante conducente al éxito que se requiere de las 5’s.

Randhawa, & Ahuja, (2018), señalan que las 5’s requieren tener presente una serie de factores para su implementación exitosa, requiere la participación de la alta dirección, del compromiso de los trabajadores, del apoyo económico, de la capacitación constante.

Omogbai, & Salonitis, (2017), señala que la implementación de las 5’s mejora el rendimiento de la empresa, y que esta se ha convertido en parte importante de otras filosofías japonesas como los modelos Lean.

Sobre la productividad, podemos mencionar a:

Monge (2019) nos habla que la productividad es aquella relación que hay entre el volumen producido y el volumen de los recursos utilizados; asimismo, que existe diferentes formas de medir de productividad, dependiendo del factor de la

producción o el recurso utilizado; y depende del propósito del análisis que se está realizando y de la disponibilidad de los datos para saber cómo abordar la medición. García (2011) señala que la productividad es la relación entre los productos logrados y los insumos utilizados para la producción de bienes y servicios, Gutiérrez (2010) nos menciona que la productividad se puede medir a través de las unidades producidas en función de los recursos utilizados, o a través de la relación que tiene las salidas entre las entradas; en la misma línea García (2005) señala que la productividad se puede medir a través de un índice que se refleja a través de la eficiencia y eficacia; siguiendo este último concepto Gutiérrez (2010) nos indica que la productividad como índice se puede medir en función al producto de la eficiencia y la eficacia.

Para López (2018), la eficiencia se refiere a ejecutar correctamente el trabajo con el uso mínimo de los recursos y con el mínimo de despilfarros; resalta que la eficiencia implica el uso adecuado de los recursos.

En cuanto a la eficacia López (2018) nos refiere que es realizar lo correcto, así como también ejecutar las actividades programadas en función a los resultados esperados.

En cuanto el ámbito de aplicación de la presente tesis, un laboratorio es definido como un ambiente delimitado que se encuentra adecuadamente equipado con una serie de elementos que les permite desarrollar diversos análisis y experimentos con sustento técnico o científico; una característica esencial de un laboratorio es que el ambiente se encuentre debidamente controlado a fin de evitar que los resultados de los análisis que se desarrollen sean alterados por factores externos no controlables. (Pérez y Gardey, 2013).

Por otro lado, García (2011) señala que la productividad es un indicador de la producción que puede incrementarse a través del producir más con los mismos recursos, o producir la misma cantidad con menos recursos.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación,

La presente investigación por su finalidad es aplicada, en razón de que se utilizará una filosofía japonesa como es las 5's a fin de dar solución a una problemática relacionada con la productividad en un laboratorio de prueba de una empresa minera; al respecto Valderrama (2014) nos indica que los tipos de investigación aplicada son aquellas que utilizan el conocimiento científico a fin de dar solución a problemas y obtener beneficios.

Por su enfoque la investigación es cuantitativa, en razón que tanto las 5's y la productividad serán medidas objetivamente en escala de razón continua; para Huamanchumo y Rodríguez (2015) la investigación es cuantitativa cuando en la investigación las variables son medidas objetivamente, en escalas numéricas y trabajadas mediante el uso de métodos estadísticos.

Por su profundidad la investigación es explicativa, ya que explicará el comportamiento de la metodología de las 5's y la productividad cuando interactúan en un mismo proceso en el laboratorio de pruebas durante el tiempo de estudio; Valderrama (2014) señala que una investigación es explicativa cuando explica la relación causal que existe entre las variables de estudio.

El diseño de investigación es pre experimental, esto en razón de que se aplicará la metodología de las 5's para mejorar la productividad en el laboratorio de pruebas de una empresa minera y porque los resultados serán medidos en dos oportunidades antes y después de la implementación de las 5's. Para Hernández, Fernández y Baptista (2014) los diseños pre experimentales son aquellos donde solo hay grupo de tratamiento y el grado de control es mínimo o nulo,

Por su alcance temporal, la investigación es longitudinal, dado que la productividad será medida en dos oportunidades, antes y después de la aplicación de las 5's; para Carrasco (2014), una investigación es longitudinal cuando las variables de estudio son medida más de una vez.

Esquema del diseño de investigación

**G: O<sub>1</sub> X O<sub>2</sub>**

Donde:

**G:** Grupo de tratamiento (muestra)

**O<sub>1</sub>:** Observación 1 (Pretest)



O<sub>2</sub>: Observación 2 (Postest)

X: Tratamiento (5's)

## 3.2. Variables y Operacionalización

### 3.2.1 Variable Independiente

#### 5's

Para Salazar et al (2020) es una metodología de gestión de origen japones, que busca la excelencia en sus actividades a través de 5 operaciones básicas, clasificar, ordenar, limpiar, estandarización y disciplina.

Sus dimensiones son:

#### Clasificación

Etapa en la que se procura que todos los elementos que son utilizados en un ambiente de trabajo deben estar debidamente clasificados. (Rajadell y Sánchez (2010). La fórmula a ser aplicada está definida en función al cumplimiento de los objetivos definidos y cuyos valores están contemplados en la auditoria 5's (Ver Anexo 13).

$$\text{Clasificación} = \frac{\text{Objetivos logrados}}{\text{Objetivos planificados}}$$

#### Orden

En esta etapa todos los elementos de un ambiente de trabajo deben tener una ubicación adecuada que facilite el flujo de trabajo. (Rajadell y Sánchez, 2010). La fórmula a ser aplicada está definida en función al cumplimiento de los objetivos definidos y cuyos valores están contemplados en la auditoria 5's (Ver Anexo 13).

$$\text{Orden} = \frac{\text{Objetivos logrados}}{\text{Objetivos planificados}}$$

#### Limpieza

Corresponde a las actividades que se desarrollan para que el ambiente de trabajo y los elementos que se encuentran deben estar limpios y libres de desperdicios y elementos contaminantes. (Rajadell y Sánchez, 2010). La fórmula a ser aplicada está definida en función al cumplimiento de los objetivos definidos y cuyos valores están contemplados en la auditoria 5's (Ver Anexo 13).

$$\text{Limpieza} = \frac{\text{Objetivos logrados}}{\text{Objetivos planificados}}$$

## **Estandarización**

Es el cumplimiento de las tres primeras “S” y el incentivar al cumplimiento de los procesos y las actividades a través del uso de guías y procedimientos que sirvan como estándares de trabajo. (Rajadell y Sánchez, 2010). La fórmula a ser aplicada está definida en función al cumplimiento de los objetivos definidos y cuyos valores están contemplados en la auditoría 5’s (Ver Anexo 13).

$$\text{Estandarización} = \frac{\text{Objetivos logrados}}{\text{Objetivos planificados}}$$

## **Disciplina**

Por medio de esta última etapa, se busca la participación e involucramiento de todos los trabajadores en el cumplimiento de los objetivos de las 5’s. (Rajadell y Sánchez, 2010). La fórmula a ser aplicada está definida en función al cumplimiento de los objetivos definidos y cuyos valores están contemplados en la auditoría 5’s (Ver Anexo 13).

$$\text{Disciplina} = \frac{\text{Objetivos logrados}}{\text{Objetivos planificados}}$$

### **3.2.2 Variable dependiente**

#### **Productividad**

Para Hoffman (2017), es la relación que existe entre lo que se produce y los recursos que se utilizan para producirlo.

$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}$$

Sus dimensiones son:

#### **Eficiencia**

Indicador que se entiende como el uso adecuado de los recursos (López, 2018). La fórmula está en función del recurso mano de obra, la cual se calcula en función de las horas hombre programadas y realmente utilizadas.

$$\text{Eficiencia} = \frac{H - H \text{ alcanzadas}}{H - H \text{ programadas}}$$

## Eficacia

Indicador que implica el cumplimiento de los objetivos (López. 2018). La fórmula está en función a los objetivos programados, que para el caso son los ensayos que se programan y ejecutan en el laboratorio.

$$Eficacia = \frac{Ensayos\ ejecutados}{Ensayos\ programados}$$

**Tabla 4: Matriz de operacionalización de las variables**

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Independiente	Metodología de Gestión de origen japones, que busca la excelencia en sus actividades a través de 5 operaciones básicas, Clasificar, Ordenar, Limpiar, Estandarización y disciplina (Salazar et al, 2020)	Es una Metodología japonesa de gestión visual que se basa en clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina en el lugar de trabajo	Clasificación	$M = \frac{Objetivos\ alcanzados}{Objetivos\ planificados}$	Razón
5's			Orden		
			Limpieza		
			Estandarización		
			Disciplina		
Dependiente	Para Hoffman, et al (2017) la productividad es la relación entre lo que se produce y los recursos que destina para producirlos.	La productividad en el laboratorio de pruebas, se mide en base a la eficiencia y eficacia de las pruebas realizadas.	Eficiencia	$E = \frac{H-H\ trabajadas}{H-H\ programadas}$	Razón
Productividad			Eficacia	$\epsilon = \frac{Ensayos\ ejecutados}{Ensayos\ programados}$	
				$\epsilon$ : Eficacia	

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Población, muestra y muestreo, unidad de análisis

Para Valderrama (2014) la población es el sujeto u objeto de estudio que mantienen una característica en común. En la presente investigación la población de estudio está definida como los **registros diarios** de análisis de muestras del laboratorio de la empresa minera, los cuales serán medidos durante un periodo de 30 días. Se escogió esta población en razón de que en el laboratorio se trabaja el mismo tipo de ensayos, en cantidad y calidad, todos los días del año. Se definió esta población en razón de que es la cantidad de días promedio comprendidos en un mes, y los resultados de un mes son representativos de los doce meses del año.

En cuanto a los criterios de inclusión se tendrán en cuenta todas las muestras registradas día a día, durante un periodo de 30 días; en cuanto a los criterios de exclusión, se tendrá presente los parámetros definidos para la recolección de muestras.

La muestra es una parte representativa de la población (Quezada, 2010) en la presente investigación la población y la muestra son iguales, es decir los **registros diarios** de análisis de muestras del laboratorio de muestras de la empresa minera. Para Quezada (2010), el muestreo es la técnica por la cual se extrae la muestra de la población; en la presente investigación la muestra y la población son en cantidad la misma y de tamaño manejable, por lo que se decidió hacer un censo. Heyes y Carril (2006) indican una muestra censal se utiliza cuando la misma es de fácil acceso.

Por otro lado, la unidad de análisis en la presente investigación son los registros diarios. Arias (2020) indica que la unidad de análisis es el elemento del cual se producen los datos o información que es materia de estudio.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014) la técnica es el conjunto de procedimientos por el cual se recopilan los datos de una investigación; en la presente investigación las técnicas utilizadas son la observación y la revisión documentaria, según se muestra en la tabla 5.

**Tabla 5: Técnica e instrumentos**

Técnica	Instrumento	Variable
Observación	Ficha de recolección de datos, formato de auditoria de las 5's	5's
Revisión documentaria	Formatos de registros de producción	Productividad

Fuente: Elaboración propia

Siendo los instrumentos los medios utilizados para recopilar los datos, en la presente investigación utilizaremos, la ficha de recolección de datos, y los registros oficiales de la empresa. Para Hernández, Fernández y Baptista (2014), los instrumentos son recursos que se utilizan para la recolección de datos.

En cuanto a la validez de los instrumentos Hernández, Fernández y Baptista (2014) nos refieren a que es el grado en que un instrumento mide realmente lo que pretende medir; para el presente caso la validez de nuestro instrumento se realizó

a través del juicio de tres expertos, cuyos nombres y resultados se muestran en la tabla 6, y cuyas evidencias se muestran en el Anexo 11.

**Tabla 6: Relación de expertos validadores**

<b>Validador</b>	<b>Grado</b>	<b>Especialidad</b>	<b>Resultado</b>
Dr, Jorge Rafael Diaz Dumont	Dr,	Ing, Industrial	Aplicable
Mgtr. Gustavo Montoya Cardenas	Mgtr.	Ing, Industrial	Aplicable
Mgtr, Jaime Enrique Molina Vílchez	Mgtr.	Ing, Industrial	Aplicable

Fuente: Elaboración propia

Siguiendo con Hernández, Fernández y Baptista (2014) nos refieren que la confiabilidad es el grado con la cual un instrumento obtiene resultados consistentes y coherentes. Dado que la presente investigación los resultados de la medición de ambas variables corresponden a registros históricos oficiales de la empresa, la confiabilidad se asume al 100%.

### **3.5 Procedimientos**

Con la finalidad de alcanzar los objetivos de la presente investigación, se procedió a efectuar el diagnóstico de la situación actual de la empresa, definir la herramienta de solución y su cronograma de implementación, mostrar las evidencias de la implementación y finalmente mostrar los resultados operáticos y financieros de la implementación.

#### **3.5.1 Situación actual**

Es en el laboratorio de ensayo de una empresa minera donde se desarrolla la presente investigación, esta funciona como una unidad independiente que presta servicios a la empresa minera: para tal fin desarrolla sus labores las 24 horas del día, los siete días de la semana; y su principal función es verificar las características físico químicas de los relaves que se vierten en los campos autorizados para tal fin.

#### **Visión**

“Ser un laboratorio de ensayos mineros reconocido por su excelencia operativa”

#### **Misión**

“Desarrollar ensayos físicos de relaves de minerales con los estándares requeridos de calidad”

#### **Funciones del laboratorio**

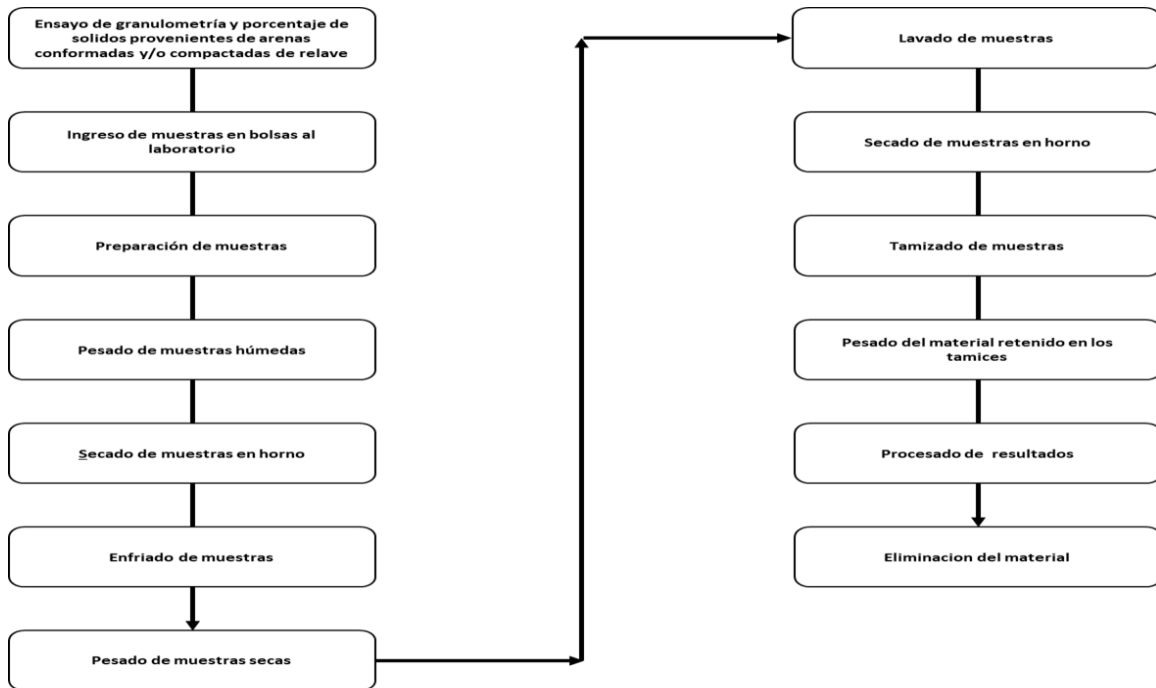
Para el proceso de manejo de relaves y agua recuperada el laboratorio cumple la etapa de control y aseguramiento de la calidad realizando actividades como toma y transporte de muestras, ensayo de compactación de Proctor, ensayo de granulometría y porcentaje de sólidos, ensayo de gravedad específica de suelos, ensayo de densidad de suelos por método nuclear, ensayo de suelos por método de cono de arena, monitoreo de instrumentación de aguas superficiales y subterráneas y medición de instrumentación geotécnica. Entre las pruebas o ensayos que realizan diariamente, se tienen:

### **Análisis granulométrico**

Que se realiza con el fin establecer la medición o graduación del material sedimentado de los relaves con fines de clasificación, y determinación cuantitativa de la distribución de los diferentes tamaños de partículas de relave, representando los porcentajes del material que pasan por los distintos tamices de la serie empleada. Con la finalidad de realizar el procedimiento se requiere de los elementos siguientes:

- Personal requerido
  - Supervisor QA/QC (01)
  - Técnico QA/QC (02).
- Requerimiento de equipos y herramientas
  - Equipo de lavado de tamices
  - Horno eléctrico
  - Planchas eléctricas
  - Tamizadores mecánicos
  - Balanzas electrónicas´
  - Juego de tamices para granulometría
  - Bandejas metálicas (18)
  - Cucharon muestreador
  - Espátula
  - Brocha 2”
  - Palas (2)
  - Escobilla grande 9” x 3”
  - Pico
  - Comba de 2 lbs.

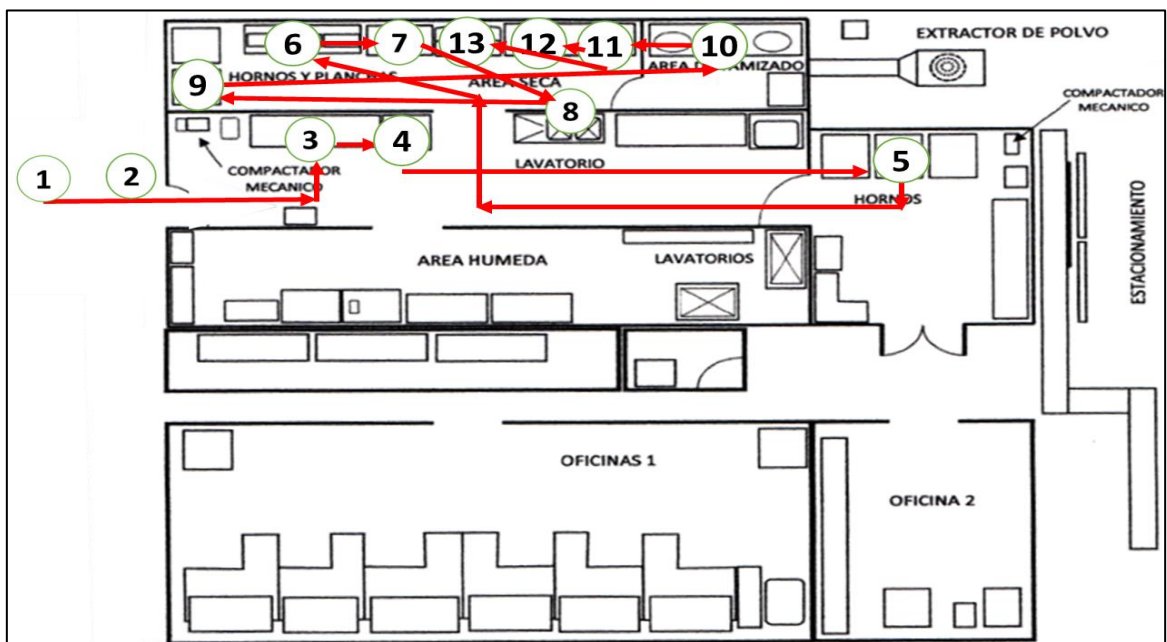
En la figura 8, se muestra el flujograma del proceso de ensayo de granulometría de solidos provenientes de arenas conformadas y/o compactadas de relave.



**Figura 8: Flujograma de ensayo de granulometría**

Fuente: Elaboración propia

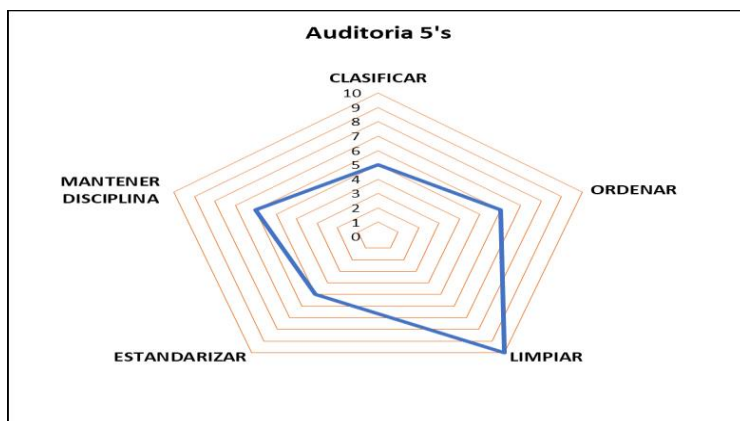
A fin de cumplir con los ensayos y procedimientos estos se desarrollan en un área de 300 metros cuadrados; el plano de distribución se muestra en la figura 9.



**Figura 9: Plano de distribución de planta del laboratorio**

Fuente; La empresa.

Dado que se pretende implementar la metodología de las 5's, se realizó una auditoria inopinada del cumplimiento de las 5's, utilizando el formato de auditoria que obra en el Anexo 7, los resultados se muestran en la figura 10 y tabla 7, siguientes:



**Figura 10: Diagrama de tela araña con resultados de auditoria 5's - pretest**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 7: Resultados de auditoria inicial de cumplimiento de las 5's - pretest**

"S"	Puntaje	%
Clasificar	5	25.0%
Ordenar	6	30.0%
Limpiar	10	50.0%
Estandarizar	5	25.0%
Disciplina	6	30.0%
<b>Puntaje</b>	<b>32</b>	<b>32.0%</b>

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 10 y la tabla 7, al aplicar la auditoria (Anexo 13) según las matrices de calificación que se muestran en el Anexo 14, se ha podido valorar el cumplimiento de objetivos de cada etapa, y se han obtenido los puntajes que se muestran en la figura 10 y tabla 7; en la tabla 7 se puede apreciar que para la etapa de Clasificar el puntaje obtenido ha sido 5 siendo el máximo puntaje para alcanzar 20, por lo que el indicador de cumplimiento de objetivos es 25%. En cuanto al cumplimiento del objetivo general el máximo puntaje a alcanzar es 100, y al haber alcanzado solo 32 puntos, el indicador de cumplimiento de objetivos es 32%, un promedio no



aceptable para un laboratorio; a pesar de que el laboratorio no tiene implementado las 5's, se evidencia que el puntaje más alto fue de 10 sobre un máximo de 20, en lo que corresponde a limpieza, evidenciado un 50% de cumplimiento, lo cual es bastante bajo para un laboratorio.

Los indicadores alcanzados implican que no existe un sistema de trabajo que permita que el entorno de trabajo esta adecuadamente clasificado, ordenado y limpio, ni que existen procedimientos de trabajo establecidos y la disciplina necesaria de los trabajadores para el cumplimiento eficiente de sus funciones.

A fin de evidenciar el nivel de los resultados tan bajos obtenidos en la auditoria ejecutada, se muestran algunas fotografías que reflejan la situación real y que ha motivado las calificaciones en la auditoria.



**Fotografía 1: Ducto y cañerías con goteras y suciedad**

Fuente: Huisa, Yocelin



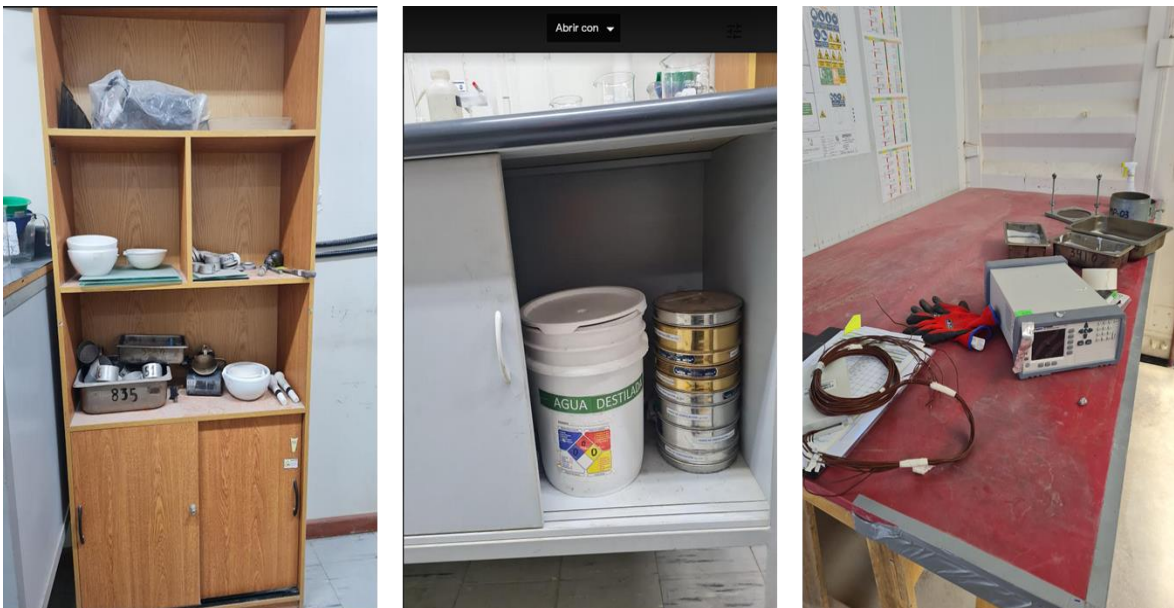
**Fotografía 2: Desorden y suciedad en lavaderos**

Fuente: Huisa, Yocelin



**Fotografía 3: Elementos fuera de lugar y en zonas de riesgo**

Fuente: Huisa, Yocelin



**Fotografía 4: Desorden en zona de trabajo**

Fuente: Huisa, Yocelin

El desorden evidente motiva algunas demoras en el desempeño de la ejecución de los procesos elaboración de los ensayos programados.

Por otro lado, de acuerdo a los cronogramas de trabajo, los empleados y técnicos del laboratorio deben cumplir una serie de funciones, entre las que podemos mencionar las tomas de muestras en el campo, reuniones de coordinación diarias, elaboración de resultados de los ensayos programados y la propia ejecución de los ensayos del laboratorio. En la tabla 8, se muestra las horas en que las que se deben ejecutar los ensayos, las que corresponden a 14 horas diarias.

**Tabla 8: Horario de elaboración de ensayos**

	Turno	Hora de Inicio	Hora de Fin	Tiempo
A	Mañana	08:00	12:00	04:00
	Tarde	14:00	17:00	03:00
B	Noche	20:00	00:00	04:00
	Madrugada	02:00	05:00	03:00
<b>Total de horas disponibles para ensayos</b>				<b>14:00</b>

Fuente: La empresa

En la siguiente tabla 6 se muestra el reporte de producción de ensayos correspondiente a la primera semana de marzo, siendo que al día en los dos turnos de trabajo se hacen en promedio 30 ensayos, y el horario mostrado en la tabla 8, es referencial, pues los ensayos que se programan todos los días se deben ejecutar.

**Tabla 9: Reporte de producción de ensayos primera semana de marzo - 2021**

DÍA	TURNO	HORA DE INICIO	HORA DE FIN	E. CICLONES	E. DESCARGA	E.VERIFICACION	E.CONO	E.PROCTOR	
1	A	MAÑANA	08:00	13:45	9	3	0	0	0
		TARDE	14:20	18:20	0	2	0	0	1
1	B	NOCHE	20:58	01:00	9	1	0	0	0
		MADRUGADA	02:35	06:00	0	0	2	1	0
2	A	MAÑANA	08:25	14:00	9	3	0	0	0
		TARDE	15:30	18:35	0	2	0	1	0
2	B	NOCHE	21:00	01:16	9	2	0	0	0
		MADRUGADA	03:12	06:40	0	2	2	0	0
3	A	MAÑANA	08:15	12:27	9	2	0	0	0
		TARDE	13:59	18:20	0	3	2	1	0
3	B	NOCHE	20:45	01:05	9	0	0	0	0
		MADRUGADA	02:55	05:48	0	0	2	1	0
4	A	MAÑANA	08:10	14:05	9	3	0	0	0
		TARDE	14:25	18:45	0	2	3	1	1
4	B	NOCHE	20:33	01:37	9	2	0	0	0
		MADRUGADA	03:35	06:42	0	2	0	1	0
5	A	MAÑANA	09:00	13:26	9	3	0	0	0
		TARDE	14:39	18:09	0	2	2	0	0
5	B	NOCHE	20:40	01:05	9	2	0	0	0
		MADRUGADA	02:26	06:40	0	2	3	1	0
6	A	MAÑANA	08:22	13:08	9	2	0	0	0
		TARDE	14:20	18:38	0	2	2	1	0
6	B	NOCHE	21:00	01:09	9	1	0	0	0
		MADRUGADA	02:05	06:24	0	1	2	1	1
7	A	MAÑANA	08:30	13:25	9	2	0	0	0
		TARDE	14:30	18:39	0	2	3	1	0
7	B	NOCHE	20:10	01:38	9	2	0	0	0
		MADRUGADA	03:00	05:49	0	1	1	0	0
8	A	MAÑANA	08:49	14:02	9	2	0	0	0
		TARDE	15:14	18:25	0	2	1	1	0
8	B	NOCHE	20:30	01:19	9	2	0	0	0
		MADRUGADA	02:08	06:25	0	2	1	1	1

Fuente: La empresa

De acuerdo, al reporte que se muestra en la tabla 9, se ha construido un resumen consolidado de producción de ensayos diario que se muestra en la tabla 10, siguiente:

**Tabla 10: Producción de ensayos mineros del mes de marzo 2021**

Día	Horas trabajadas	Horas programadas	Eficiencia	Ensayos programados	Ensayos ejecutados	Eficiencia	Productividad
1	17.20	14.00	0.81	28	28	1	0.81
2	16.40	14.00	0.85	30	30	1	0.85
3	15.77	14.00	0.89	29	29	1	0.89
4	18.43	14.00	0.76	33	33	1	0.76
5	16.58	14.00	0.84	33	33	1	0.84
6	17.53	14.00	0.80	31	31	1	0.80
7	17.35	14.00	0.81	30	30	1	0.81
8	17.50	14.00	0.80	31	31	1	0.80
9	17.52	14.00	0.80	28	28	1	0.80
10	17.75	14.00	0.79	28	28	1	0.79
11	17.66	14.00	0.79	33	33	1	0.79
12	17.35	14.00	0.81	32	32	1	0.81
13	17.54	14.00	0.80	33	33	1	0.80
14	18.13	14.00	0.77	31	31	1	0.77
15	17.67	14.00	0.79	29	29	1	0.79
16	17.77	14.00	0.79	32	32	1	0.79
17	17.82	14.00	0.79	28	28	1	0.79
18	17.36	14.00	0.81	29	29	1	0.81
19	17.98	14.00	0.78	28	28	1	0.78
20	18.21	14.00	0.77	33	33	1	0.77
21	17.31	14.00	0.81	30	30	1	0.81
22	17.96	14.00	0.78	33	33	1	0.78
23	18.21	14.00	0.77	32	32	1	0.77
24	18.02	14.00	0.78	29	29	1	0.78
25	17.38	14.00	0.81	30	30	1	0.81
26	17.76	14.00	0.79	30	30	1	0.79
27	18.00	14.00	0.78	28	28	1	0.78
28	17.81	14.00	0.79	32	32	1	0.79
29	17.87	14.00	0.78	30	30	1	0.78
30	17.70	14.00	0.79	29	29	1	0.79
31	17.81	14.00	0.79	33	33	1	0.79
<b>Total mes</b>	<b>545.35</b>	<b>434</b>	<b>0.80</b>	<b>945</b>	<b>945</b>	<b>1</b>	<b>0.80</b>

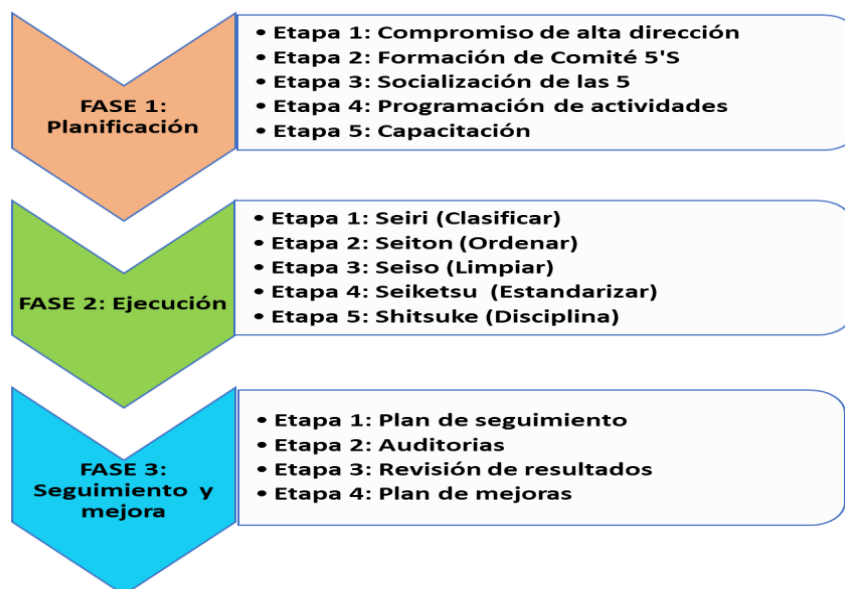
Fuente: Datos de la empresa

De lo que se observa en la tabla 10, se puede concluir que todos los ensayos se ejecutan en el día y en su turno, por lo que la eficacia en el cumplimiento de los objetivos siempre se cumple; en el caso de la eficiencia esta se muestra en 80%, y la productividad también en 80%.

### **3.5.2 Aplicación de la Propuesta de mejora**

De acuerdo a lo detallado en los puntos que preceden, y según el análisis de causas solución mostrado en el Anexo 5, la propuesta pasa por implementar la herramienta

de las 5's, para tal fin se propone tres fases y 14 etapas, las cuales se muestran en la figura 11, siguiente:



**Figura 11: Fases de implementación de las 5's**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 11: Cronograma de implementación de las 5's**

Cronograma de implementación de 5'S	2021															
	Febrero				Marzo				Abril				Mayo			
	Semanas															
Fases	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>FASE 1: Planificación</b>																
<b>FASE 2: Ejecución</b>																
<b>FASE 3: Seguimiento y mejora</b>																

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11, se muestra el cronograma de implementación de las 5,'s teniendo en cuenta las fases de la metodología, el cronograma detallado se presenta en la ejecución de la metodología.

**Presupuesto de implementación y sostenimiento**

El presupuesto es elaborado en base a las horas que se toma en cada actividad y en razón al costo de hora promedio de los empleados del laboratorio; siendo que el sueldo promedio del personal del laboratorio es de S/. 4,725 incluidos beneficios sociales, y que trabajan en turnos de 12 horas, podemos concluir que el costo de

cada h-h es de S/. 17.3, por lo que aplicado a las horas hombre utilizadas en cada actividad se concluye que el presupuesto inicial de implementación es de S/. 7,370.

**Tabla 12: Presupuesto de implementación de las 5's**

Fase y etapa	Responsable	Actividades	Horas	Hombres	H-H	S/. / h-h	Soles
<b>FASE 1: Planificación</b>							<b>1,471</b>
Etapa 1: Compromiso de alta dirección	Gerencia General	Anuncio Oficial de inicio 5's	1	7	7	17.3	121
Etapa 2: Formación de Comité 5'S	Gerencia General	Conformación del Comité 5's	1	3	3	17.3	52
Etapa 3: Socialización de las 5	Jefe de Comité	Capacitación de responsables	8	3	24	17.3	415
Etapa 4: Programación de actividades	Jefe de Comité	Elaboración de cronograma	3	3	9	17.3	156
Etapa 5: Capacitación	Jefe de Comité	Capacitación del personal	6	7	42	17.3	727
<b>FASE 2: Ejecución</b>							<b>5,380</b>
Etapa 1: Seiri (Clasificar)	Jefe de proyecto	Registro fotográfico	2	2	4	17.3	69
		Registro de materiales y equipos	4	7	28	17.3	484
		Registro de áreas del laboratorio	4	7	28	17.3	484
		Clasificación de equipos y materiales	8	7	56	17.3	969
		Delimitación de zona elementos dados	2	3	6	17.3	104
Etapa 2: Seiton (Ordenar)	Jefe de proyecto	Organizar objetos según su uso	1	7	7	17.3	121
		Delimitar, áreas y estantes	1	3	3	17.3	52
Etapa 3: Seiso (Limpiar)	Jefe de proyecto	Determinar el ámbito de aplicación	2	3	6	17.3	104
		Planificar tareas de limpieza	1	3	3	17.3	52
		Ejecutar limpieza	1	7	7	17.3	121
Etapa 4: Seiketsu (Estandarizar)	Jefe de proyecto	Mantener orden y limpieza	1	7	7	17.3	121
		Definir estándares	2	3	6	17.3	104
		Retroalimentar	6	7	42	17.3	727
Etapa 5: Shitsuke (Disciplina)	Jefe de proyecto	Establecer procedimientos y formatos	8	3	24	17.3	415
		Talleres motivacionales	12	7	84	17.3	1,453
<b>FASE 3: Seguimiento y mejora</b>							<b>519</b>
Etapa 1: Plan de seguimiento	Jefe de Comité	Cronograma	1	3	3	17.3	52
Etapa 2: Auditorias	Jefe de Comité	Auditorias	5	3	15	17.3	260
Etapa 3: Revisión de resultados	Gerencia General	Análisis de resultados	2	3	6	17.3	104
Etapa 4: Plan de mejoras	Gerencia General	Definir mejoras	2	3	6	17.3	104
<b>Total presupuesto de implementación de 5's</b>						<b>S/.</b>	<b>7,370</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 13: Presupuesto de materiales**

Material	Und	Costo	Total S/.
Papel bond	100	0.10	10
Impresiones	100	0.05	5
Lapiceros	14	1.00	14
Formatos Tarjeta Roja	10	0.50	5
Formatos diversos	120	0.30	36
Escobas	6	10.00	60
Recogedor	3	5.00	15
Trapeadores	12	10.00	120
Desinfectantes	6	10.00	60
Trapos	12	1.00	12
Escobillas	6	2.00	12
<b>Total Presupuesto de materiales</b>		<b>S/.</b>	<b>349</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13, se muestra el costo de requerimiento de materiales para la implementación de las 5's, el monto asciende a S/. 349.

**Tabla 14: Presupuesto de mantenimiento del sistema 5's - mensual**

Recursos	Und	Costo
<b>Seguimiento</b>		
Auditorias		150
Revisión de resultados		120
Plan de mejoras		120
<b>Materiales</b>		
Escobas	2	12
Trapeadores	2	14
Desinfectantes	2	16
Trapos	4	4
Escobillas	2	4
<b>Total presupuesto de mantenimiento</b>	<b>S/.</b>	<b>440</b>

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, en la tabla 14 se muestra el presupuesto mensual de mantenimiento del sistema 5's, el que comprende los costos mensuales del personal encargado de que el sistema se mantenga funcionando en el tiempo, de la ejecución de las auditorias, de la revisión de los resultados y de la propuesta de planes de mejora; así como también de los materiales necesarios para su funcionamiento.

**Tabla 15: Flujo de egresos implementación y sostenimiento 5's**

Rubro x mes	0	1	2	3	...	9	10	11	12
Implementación	7,370								
Materiales	349								
Sostenimiento		440	440	440	...	440	440	440	440
<b>Flujo de egresos</b>	<b>7719</b>	<b>440</b>	<b>440</b>	<b>440</b>	<b>...</b>	<b>440</b>	<b>440</b>	<b>440</b>	<b>440</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15 se presenta el flujo de caja proyectado, de la implementación y aplicación de las 5's,

### **3.5.3 Ejecución de la propuesta**

La ejecución de la implementación de las 5's, se inició en fecha 01 de febrero del 2021, para tal fin de procedió con el cumplimiento de las fases siguientes:

#### **FASE 1: Planificación**

La fase 1, y que corresponde a las etapas preparatorias se inició en febrero primero, con la ejecución de 5 etapas previstas en el cronograma de implementación que se muestra en el punto 3.5.2 de la presente investigación.



### ***Etapa 1: Compromiso de alta dirección***

En reunión sostenida entre la gerencia de la empresa con los jefes de las áreas, se comunicó la decisión de la empresa de implementar la metodología de las 5's, en el área del laboratorio de ensayos mineros; para tal fin el gerente manifestó el apoyo total al proyecto y la disposición de la empresa para apoyar su ejecución. En la reunión realizada en fecha 01 de febrero del presente año, el gerente resaltó el compromiso que está asumiendo la empresa y sus directivos para alcanzar las metas establecidas, por lo que, también exigió por parte de los jefes de área su compromiso y apoyo en alcanzar el éxito previsto. En la figura 12, se muestra el acta de reunión con los empleados del laboratorio.

LISTA DE ASISTENCIA <small>(Usar Letra Imprenta)</small>				
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD / TEMA:		REUNION DE COORDINACION DE IMPLEMENTACION DE LAS 5'S		
FECHA DE INICIO DE LA ACTIVIDAD: ( dd/mm/aa)	01/02/2021	FECHA DE TERMINO DE LA ACTIVIDAD: (dd/mm/aa)		DURACION TOTAL: ( en dias )
HORARIO:	07:50:00 a.m. 07:50:00 p.m.	07:55:00 a.m. 07:55:00 p.m.		
LUGAR:	Oficinas - Relaves Linga		FECHA DE REGISTRO: (dd/mm/aa)	
INSTRUCTOR (es):	HUMBERTO TRUJILLO		EMPRESA: SMCV	<i>[Firma]</i>
N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL PARTICIPANTE <small>(Usar Letra Imprenta)</small>	REGISTRO	AREA / EMPRESA	IRMA DE PARTICIPANTE
1	SALAS VALDIVIA, GUSTAVO ADOLFO	068597	RELAVES C2/ SMCV	<i>[Firma]</i>
2	ZELA APAZA, HECTOR JOSÉ	071142	RELAVES C2/ SMCV	<i>[Firma]</i>
3	VILLAFUERTE COLOQUE, ANTONIO	067370	RELAVES C2/ SMCV	<i>[Firma]</i>
4	SALINAS AGUILAR, RONAL KEAY	068932	RELAVES C2/ SMCV	<i>[Firma]</i>
5	ZAMBRANO FUENTES, JOSE ANTONIO	067361	RELAVES C2/ SMCV	<i>[Firma]</i>
6	TACO ITO, JOEL DENNIS	071309	RELAVES C2/ SMCV	<i>[Firma]</i>
7	ESTRADA CORNELIO, HUGO	071187	RELAVES C2/ SMCV	<i>[Firma]</i>
8	TACCA CONDORI, ANGEL LAZARO	067519	RELAVES C2/ SMCV	<i>[Firma]</i>
9	AQUINO APAZA, CARMEN	070529	RELAVES C2/ SMCV	<i>[Firma]</i>
10	MACETO BRAVO JOSE WILLIAMS	72112	RELAVES C2/ SMCV	<i>[Firma]</i>
11	ACROTA QUISTE JAVIER EDMUNDO	72113	RELAVES C2/ SMCV	<i>[Firma]</i>
12	OBANDO EGUIA SANDRO	071085	RELAVES C2/ SMCV	<i>[Firma]</i>
13	MAMANI CORDOVA NILUER	072221	RELAVES C2/ SMCV	<i>[Firma]</i>
14				

**Figura 12: Lista de asistentes reunión de implementación de 5's**

Fuente: Empresa minera

### ***Etapa 2: Formación de Comité 5'S***

En la reunión realizada el 01 de febrero, uno de los puntos de la agenda fue la designación de la comisión de personas que estarán a cargo de la ejecución del proyecto. Para tal fin se comunicó la designación de cinco personas que serán los



responsables de implementar la 5's en el laboratorio de ensayos de la empresa; estas personas fueron:

- Gerente General
- Jefe de Proyectos
- Jefe de laboratorios
- Laboratoristas (2)

Asimismo, se decidió que la persona a cargo de liderar este grupo de trabajo, denominado "COMITÉ 5'S", sea el jefe de Proyectos, esto por su experiencia en el desarrollo con éxitos de programas similares.

### **Etapa 3: Socialización de las 5**

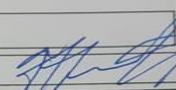
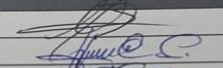

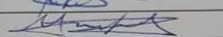
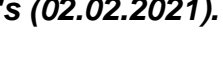


Inmediatamente instalado en Comité 5's, procedió a comunicar a todos los trabajadores del laboratorio la ejecución del proyecto, solicitando la colaboración e involucramiento en los propósitos que se persigue, pues se les explicó que los resultados permitirán un ambiente mucho más agradable de trabajo y mejores desempeños en los procesos que se desarrollan.

Asimismo, se estableció un cronograma de capacitación a los responsables y al personal del apoyo asignado (2 empleados de la empresa), sobre temas de 5's; esta socialización se desarrolló en cuatro sesiones, durante las dos semanas correspondientes entre el 01 y 12 de febrero, según el cronograma que se muestra en la tabla 16, y donde se especificó los días y los temas a tratar.

**Tabla 16: Cronograma de socialización de las 5's**

<b>Día</b>	<b>Hora</b>	<b>Tema</b>
02.02.2021	17:00 hrs	Introducción 5's
04.02.2021	17:00 hrs	Seiri, Seiton y Seiso
09.02.2021	17:00 hrs	Seiketsu y Shitsuke
11.02.2021	17:00 hrs	Seguimiento y control

Fuente: Empresa minera

LISTA DE ASISTENCIA (Usar Letra Imprenta)				
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD / TEMA:		Reunión de capacitación en 5's : Tema: Introducción a las 5's		
FECHA DE INICIO DE LA ACTIVIDAD: ( dd/mm/aa)	02/02/2021	FECHA DE TERMINO DE LA ACTIVIDAD: (dd/mm/aa)		DURACION TOTAL: ( en días )
HORARIO:	07:50:00 a.m. 07:50:00 p.m.	a	07:55:00 a.m. 07:55:00 p.m.	
LUGAR:	Oficinas - Relaves Linga		FECHA DE REGISTRO: (dd/mm/aa)	
INSTRUCTOR (es):	GUSTAVO MUÑOZ CRUZ		EMPRESA: SMCV	FIRMA: 
N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL PARTICIPANTE (Usar Letra Imprenta)	REGISTRO	AREA / EMPRESA	FIRMA DEL PARTICIPANTE
1	AQUINO APAZA, CARMEN	070529	RELAVES C2/ SMCV	
2	ESTRADA CORNELIO, HUGO	071187	RELAVES C2/ SMCV	
3	VILLAFUERTE CCOLQQUE, ANTONIO	067370	RELAVES C2/ SMCV	
4	GUTIERREZ CASTILLO DANIEL	071313	RELAVES C2/ SMCV	
5	SALINAS AGUILAR, RONAL KEMY	068932	RELAVES C2/ SMCV	
6	HUISA HUAMANI, YOCELIN HEYDI	070568	RELAVES C2/ SMCV	

**Figura 13: Lista de asistencia a la primera capacitación de 5's (02.02.2021).**

Fuente: Empresa minera

#### **Etapas 4: Programación de actividades**

Según lo previsto, se estableció un cronograma de trabajo, el mismo que se inicia en fecha 01 de febrero, y que se muestra en la figura 14, siguiente:

Cronograma de implementación de 5'S			2021																
			Febrero		Marzo					Abril				Mayo					
Fase y etapa	Responsable	Actividades	Semanas																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
<b>FASE 1: Planificación</b>																			
<b>Etapas 1: Compromiso de alta dirección</b>	Gerencia General	Anuncio Oficial de inicio 5's																	
<b>Etapas 2: Formación de Comité 5'S</b>	Gerencia General	Conformación del Comité 5's																	
<b>Etapas 3: Socialización de las 5</b>	Jefe de Comité	Capacitación de responsables																	
<b>Etapas 4: Programación de actividades</b>	Jefe de Comité	Elaboración de cronograma																	
<b>Etapas 5: Capacitación</b>	Jefe de Comité	Capacitación del personal																	
<b>FASE 2: Ejecución</b>																			
<b>Etapas 1: Seiri (Clasificar)</b>	Jefe de proyecto	Registro fotográfico																	
		Registro de materiales y equipos																	
		Registro de áreas del laboratorio																	
		Clasificación de equipos y materiales																	
		Delimitación de zona elementos dados de baja																	
<b>Etapas 2: Seiton (Ordenar)</b>	Jefe de proyecto	Organizar objetos según su uso																	
		Delimitar, áreas y estantes																	
<b>Etapas 3: Seiso (Limpiar)</b>	Jefe de proyecto	Determinar el ámbito de aplicación																	
		Planificar tareas de limpieza																	
<b>Etapas 4: Seiketsu (Estandarizar)</b>	Jefe de proyecto	Ejecutar limpieza																	
		Mantener orden y limpieza																	
<b>Etapas 5: Shitsuke (Disciplina)</b>	Jefe de proyecto	Definir estándares																	
		Retroalimentar																	
<b>Etapas 5: Shitsuke (Disciplina)</b>	Jefe de proyecto	Establecer procedimientos y formatos																	
		Talleres motivacionales																	
<b>FASE 3: Seguimiento y mejora</b>																			
<b>Etapas 1: Plan de seguimiento</b>	Jefe de Comité	Cronograma																	
<b>Etapas 2: Auditorias</b>	Jefe de Comité	Auditorias																	
<b>Etapas 3: Revisión de resultados</b>	Gerencia General	Análisis de resultados																	
<b>Etapas 4: Plan de mejoras</b>	Gerencia General	Definir mejoras																	

**Figura 14: Cronograma de actividades de implementación de las 5's**

Fuente: Elaboración propia

En el cronograma, de la figura 14, se han incluido las tres fases y 14 actividades de trabajo, las cuales se desarrollaron en 16 semanas; las actividades que corresponden a la Fase 1 de planificación, se dan de las semanas 1 a la 5; la Fase 2 que es la ejecución de la implementación, va de la semana 5 a la 10; y la de

seguimiento y control va de la semana 10 a la 16, a partir de la semana 16 el trabajo es constante y permanente para que los resultados se sostengan en el tiempo.

### Etapa 5: Capacitación

Se ha definido capacitaciones dirigida a los trabajadores del laboratorio a fin de brindarles los conocimientos, conceptos y metodología necesaria a fin de que los trabajadores entiendan la metodología, la hagan como propia, la adopten y la incluyan en su cultura laboral, donde el orden y la limpieza sean parte de sus labores cotidianas de trabajo; asimismo, asimilando valores como el trabajo en equipo, responsabilidad, pertenencia y honestidad, dejando de lado practicas no adecuadas de trabajo.

Las fechas de capacitación, horarios y temas se muestran en la tabla 17, siguiente:

**Tabla 17: Cronograma de capacitación 5's al personal**

Día	Hora	Tema
16.02.2021	17:00 hrs	Introducción 5's
23.02.2021	17:00 hrs	Importancia de las 5's
02.03.2021	17:00 hrs	Videos casos de éxito

Fuente: Elaboración propia

**Cerro Verde** Página 1 de

**LISTA DE ASISTENCIA**  
*(Usar Letra Imprimida)*

**NOMBRE DE LA ACTIVIDAD / TEMA :** REUNION DE CAPACITACION 5'S

**FECHA DE INICIO DE LA ACTIVIDAD: ( dd/mm/aa)** 16/02/2021 **FECHA DE TERMINO DE LA ACTIVIDAD: (dd/mm/aa)**  **DURACION TOTAL: ( en dias )**

**HORARIO:** 17:00 hrs a 18:00 hrs

**LUGAR:** Oficinas - Relaves LInga **FECHA DE REGISTRO: (dd/mm/aa)**

**INSTRUCTOR (es):** GUSTAVO MUÑOZ CRUZ **EMPRESA:** SMCV **FIRMA:** *[Firma]*

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL PARTICIPANTE <i>(Usar Letra Imprimida)</i>	REGISTRO	AREA / EMPRESA	FIRMA DEL PARTICIPANTE
1	SALAS VALDIVIA, GUSTAVO ADOLFO	068597	RELAVES C2/ SMCV	<i>[Firma]</i>
2	ZELA APAZA, HECTOR JOSÉ	071142	RELAVES C2/ SMCV	<i>[Firma]</i>
3	VILLAFUERTE CCOLQUE, ANTONIO	067370	RELAVES C2/ SMCV	<i>[Firma]</i>
4	SALINAS AGUILAR, RONAL KEMY	068932	RELAVES C2/ SMCV	<i>[Firma]</i>
5	ZAMBRANO FUENTES, JOSE ANTONIO	067361	RELAVES C2/ SMCV	<i>[Firma]</i>
6	TACO TITO, JOEL DENNIS	071309	RELAVES C2/ SMCV	<i>[Firma]</i>
7	MAMANI CORDOVA, NIULER WILFREDO	072221	RELAVES C2/ SMCV	<i>[Firma]</i>
8	TACCA CONDORI, ANGEL LAZARO	067519	RELAVES C2/ SMCV	<i>[Firma]</i>
9	ESTRADA CORNELIO, HUGO	071187	RELAVES C2/ SMCV	<i>[Firma]</i>
10	AQUINO APAZA, CARMEN	070529	RELAVES C2/ SMCV	<i>[Firma]</i>
11	MACETO BRAVO JOSÉ WILLIAMS	72112	RELAVES C2/ SMCV	<i>[Firma]</i>
12	ACROTA QUISTE JAVIER EDMUNDO	72113	RELAVES C2/ SMCV	<i>[Firma]</i>
13	OBANDO EGUIA SANDRO	071085	RELAVES C2/ SMCV	<i>[Firma]</i>
14	GUTIERREZ CASTILLO DANIEL	071313	RELAVES C2/ SMCV	<i>[Firma]</i>
15	ALTAMIRANO MEDINA WILLIAM	072223	RELAVES C2/ SMCV	<i>[Firma]</i>

**Figura 15: Fotografía de reunión de capacitación al personal - 16.02.2021**

Fuente: la empresa

## **FASE 2: Ejecución**

### **Etapa 1: Seiri (Clasificar)**

Con la finalidad, de ejecutar la primera etapa de la implementación de las 5's, se han desarrollado los siguientes pasos:

#### **Registro fotográfico inicial del laboratorio**

En la fotografía 5 se puede visualizar una serie de elementos que se encuentran fuera de lugar, asimismo, en las fotografías 1, 2, 3 y 4, se muestran más evidencias del desorden que existe en el laboratorio.



#### ***Fotografía 5: Elementos fuera de lugar en el laboratorio***

Fuente: La empresa

#### **Registro de materiales y equipos del laboratorio**

En cuanto a los equipos y materiales del laboratorio, según listado que se muestra en el Anexo 8, existen 71 ítems, con un stock de 237 elementos; en la figura 09, se muestra un corte con el encabezado de la lista de materiales (LM-GG-01), en el que se pueden ver cuatro de los elementos, un motor vibratorio y 3 diferentes tipos de mallas para lavado, y que son utilizados en el laboratorio para el desarrollo de los ensayos.

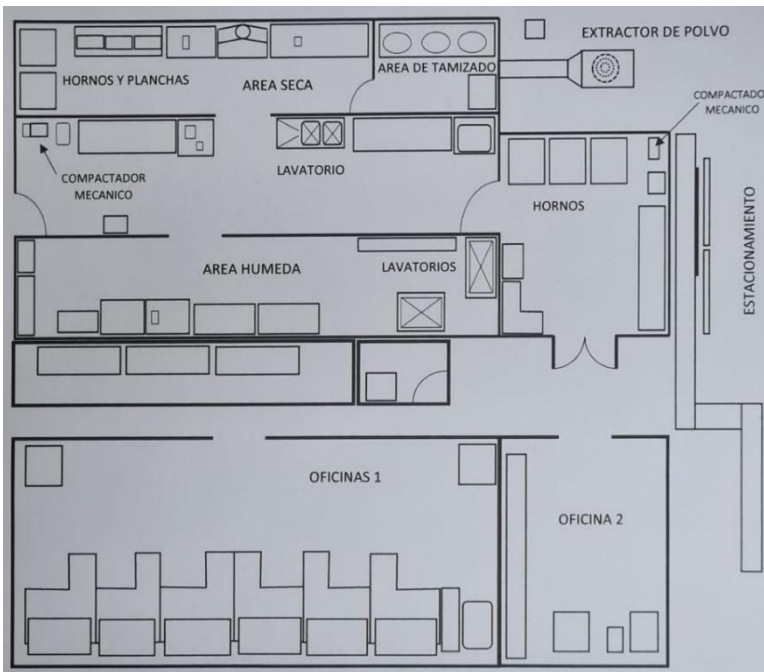
<b>Listado de materiales y equipos</b>		Código: LM-GG-01 Versión: V01.21 Fecha : 05.02.2021 Página: <b>1 de 3</b>
----------------------------------------	--	------------------------------------------------------------------------------------

Ítem	Código	Descripción	Cantidad	Observación
1	VB-01/02	Motor vibratorio para lavado de muestras	2	
2	ML-01/02/03	Malla nº 200 para lavado (diámetro 8" / altura 4")	3	
3	ML-04	Malla nº 200 para lavado (diámetro 12" / altura 8")	1	
4	s/n	Malla nº 400 para lavado (diámetro 12" / altura 4")	1	

**Figura 16: Corte del listado de materiales del laboratorio**

Fuente: Elaboración propia

**Registro de áreas del laboratorio (Layout)**



**Figura 17: Distribución por áreas del laboratorio**

Fuente: La empresa

En la figura 17, se aprecia el plano de distribución del laboratorio materia de estudio, el mismo que cuenta con tres áreas, el área de las oficinas, el área húmeda donde

están los lavatorios y el compactador mecánico, y el área seca donde están los hornos y planchas, así como la zona de tamizado.

### Clasificación de equipos y materiales:

A fin de poder efectuar la clasificación de los equipos y materiales, se procedió a diseñar una tarjeta roja, para señalar aquellos elementos que están descontinuados y hay que retirarlos y darles de baja. (Figura 18).

TARJETA ROJA 5'S

N.º  
Objeto

CATEGORIA

Máquina	Materiales
Equipo	Químicos
Herramienta	Muestras
Utensilios	Otros

Otros :

SITUACIÓN

Innecesario	Roto
Defectuoso	Otros:

Otros :

ACCION CORRECTIVA

Eliminar	Retornar
Reubicar	Reciclar
Reparar	Otros

Otros :

Auditoría                      Acción

Fecha : ..... /.../20...      Fecha : ..... /.../20...

**Figura 18: Formato de Tarjeta Roja**

Fuente: La empresa

Se procedió con la clasificación de materiales y equipos, se hizo una verificación física de cada uno de los elementos, y aquellos que no se encuentran operativos fueron observados y se les colocó la tarjeta roja correspondiente.

		<b>Listado de materiales y equipos Tarjeta Roja</b>		Código: TR-GG-02 Versión: V01.21 Fecha : 05.02.2021 Página: 1 de 1
Ítem	Código	Descripción	Cantidad	Observación
1	C1707130526280	Plancha eléctrica para secado de muestras	1	Inoperativo
2	C1707131264477	Plancha eléctrica para secado de muestras	1	Inoperativo
3	C1707150412295	Plancha eléctrica para secado de muestras	1	Inoperativo
4	M100303143704	Compactador Mecánico # 2	1	Inoperativo
5	T800-2-0615-8954	Lavador de ultrasonido	1	Inoperativo

**Figura 19: Listado de elementos con tarjeta roja**

Fuente: Elaboración propia

De la identificación de elementos del área se pudo verificar la existencia de cinco ítems inoperativos, los mismo que se encuentran listados en la figura 19.

### **Delimitación de zona elementos dados de baja**

Los cinco elementos clasificados con tarjeta roja, y han sido dados de baja en el laboratorio, han sido retirados y enviados al área de logística para su baja definitiva o reemplazo respectivo.

### **Etapa 2: Seiton (Ordenar)**

A fin de ordenar los elementos en el laboratorio, se procedió con un análisis individual de cada elemento del laboratorio, a fin de definir la ubicación de cada uno de ellos, así como decidir el método de ordenar los elementos se procedió según los indicado por Manzano y Gisbert (2016), cuyo esquema que se muestra en la figura 20.



**Figura 20: Metodología de Aplicación de Seiton**

Fuente: Manzano y Gisbert (2016)

De acuerdo con el procedimiento en la figura 20, se procedió a ubicar los equipos y elementos según (Anexo 10), a fin de garantizar el correcto de flujo de estos durante la ejecución de las labores y disminuir los tiempos que se pierdan durante la ubicación y uso.





**Fotografía 6: Área húmeda Zona de lavaderos antes y después**

Fuente: Huisa, Y (2021)

En la fotografía 6 se aprecia la zona de los lavaderos, los cuales están limpios y los elementos que antes se dejaban que se acumulen hasta su utilización ahora se encuentran ordenadas en los espacios libres de las mesas del área.



**Fotografía 7: Área seca Envases en su lugar**

Fuente: Huisa, Y (2021)

En la fotografía 7 se aprecian los baldes, que antes se dejaban en zonas no adecuadas, ahora se les acomoda debajo de una mesa en un lugar ms seguro donde no interrumpen el tránsito de las personas,





**Fotografía 8: Anaqueles de documentos**

Fuente: Huisa, Y (2021)

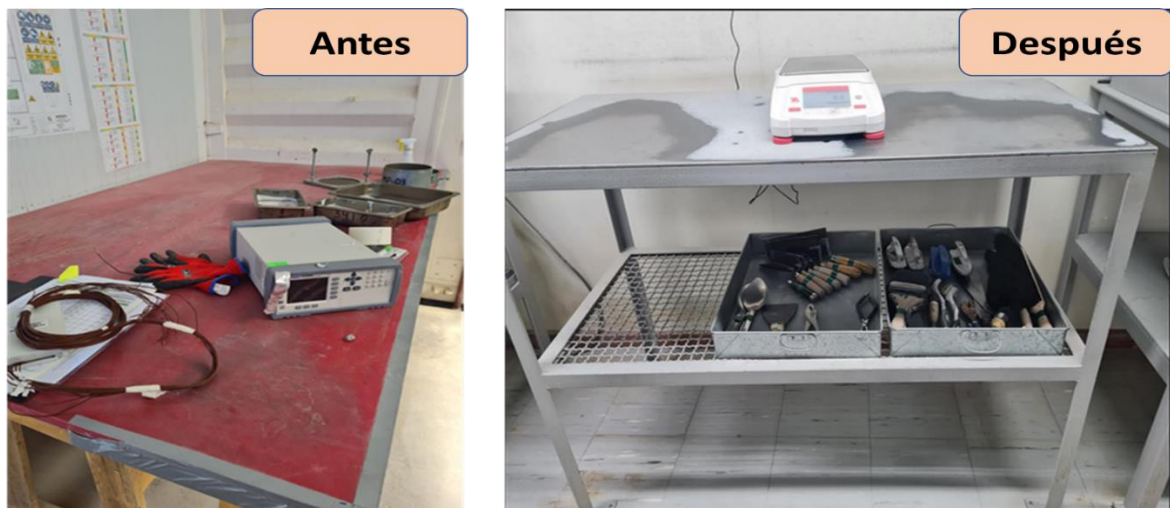
En la fotografía 8, antes los archivadores no se podían identificar, había que extraerlos a fin de saber que contienen; sin embargo, en la que corresponde a después, el lomo se puede visualizar y por consiguiente se pueden identificar adecuadamente.



**Fotografía 9: Área de hornos**

Fuente: Huisa, Y (2021)

En la fotografía 9, se puede apreciar el área de los hornos, en la que antes se ven una serie de recipientes metálicos generando un riesgo por cuanto la zona es un área caliente; en la foto después, estos no se aprecian pues fueron colocados en las mesas del área de los lavaderos.



**Fotografía 10: Mesas de trabajo**

Fuente: Huisa, Y (2021)

En la fotografía 10, las mesas de trabajo antes contaban con una serie de elementos fuera de lugar, estos se han ordenado en bandejas y en las mesas que se utilizan constantemente.



**Fotografía 11: Área oficinas administrativa del laboratorio**

Fuente: Huisa, Y (2021)

En la fotografía 11, se muestra el área administrativa del laboratorio, donde los escritorios y anaqueles han sido distribuidos para una labor eficiente de los técnicos de cada turno, en cada anaquel se han ubicado los documentos en archivadores, los cuales se encuentran ordenados según la importancia y frecuencia de uso.



**Fotografía 12: Elementos del área del laboratorio**

Fuente: Huisa, Y (2021)

En la fotografía 12, se pueden ver una serie de elementos utilizados diariamente en los ensayos que se ejecutan en el laboratorio, se han colocado por su uso diario y constante en las mesas de trabajo, para su fácil acceso.

### **Etapas 3: Seiso (Limpiar)**

La tercera etapa, corresponde a limpiar; y su finalidad es garantizar un ambiente seguro, agradable y efectivo para trabajar; de tal razón, que la limpieza es una actividad diaria propia del trabajo, que debe ser parte de la cultura laboral.

A fin de implementar el Seiso, se siguió los pasos detallados en la figura 21, siguiente:



Figura 21; **Proceso de implementación de Seiso**

Fuente: Elaboración propia

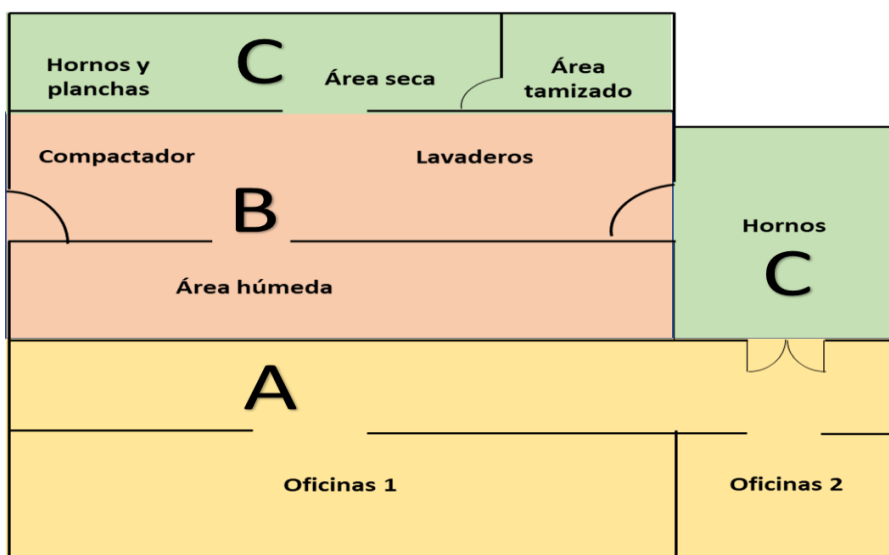
## Determinar el ámbito de aplicación

Se busca, mejorar el aspecto del lugar de trabajo, así mismo, asegurar un lugar agradable y motivador de trabajo, libre de riesgos de accidentes causados por una limpieza no adecuada.

Las actividades de limpieza se deben ejecutar sobre:

- Áreas físicas, como pisos, paredes, techo, ventanas, oficinas, áreas específicas, otros.
- Elementos de trabajo: herramientas, utensilios, mobiliario, inventarios, etc.
- Máquinas y equipos.

Los ambientes del laboratorio y definidos para la limpieza son los que se muestran en la figura 22, siguiente:



**Figura 22: Zonas de responsabilidad para la limpieza diaria.**

Fuente: Elaboración propia

## Planificar tareas de limpieza

Según las áreas delimitadas en el plano del laboratorio, se ha designado como responsables del Seiso, de la semana 1 a la semana 4, que va del 2 al 30 de mayo del 2021, teniendo presente que en el área de laboratorio se trabaja 24 horas diarias, todos los días de la semana; a los responsables que se muestran en la

tabla 18, los cuales dispondrán de 30 minutos por turno para cumplir con las responsabilidades de la limpieza asignadas.

**Tabla 18: Responsables de limpieza mes de mayo, por zonas.**

	<b>Zona A</b>	<b>Zona B</b>	<b>Zona C</b>
Semana 1	Técnico 1	Técnico 2	Técnico 3
Semana 2	Técnico 1	Técnico 2	Técnico 3
Semana 3	Técnico 1	Técnico 2	Técnico 3
Semana 4	Técnico 1	Técnico 2	Técnico 3

Fuente: Elaboración propia

Las responsabilidades de limpieza, se programan cada mes, y van variando las zonas de responsabilidad para cada técnico. Asimismo, a fin de ejecutar las tareas adecuadamente, se ha detectado previamente los elementos causantes de suciedad, y de acuerdo a estos riesgos se ha previsto los recursos necesarios para el desarrollo de las actividades sin inconvenientes.

Se ha definido previamente el procedimiento de limpieza, y dado que es un laboratorio donde existen elementos sensibles, el procedimiento de limpieza ha sido definido por los propios trabajadores del área, y se ha dispuesto de tres kits de útiles de limpieza, los cuales cuentan con escobas, trapeadores, paños, baldes, desinfectantes, escobillas, kits limpia vidrios, y otros.

### **Ejecutar limpieza**

Dado que se trabaja 24 horas diarias, en dos turnos, la limpieza se desarrolla durante 30 minutos en cada turno, y 5 minutos antes de finalizado el turno los técnicos se aseguran de que todos los elementos que se han utilizado estén en su lugar y sus espacios de trabajo estén sin desperdicios y limpios. La limpieza se ejecuta, en cada área, iniciando por las máquinas y equipos, y luego por el mobiliario para finalmente culminar con los pisos y áreas comunes.

En la limpieza, se aseguran el retirar todo vestigio de polvo, suciedad, desechos, grasas y aquellos elementos que se adhieren a los equipos, herramientas y cualquier objeto propio de la ejecución de las labores, y también los ambientes



físicos; la finalidad es contar con un ambiente apropiado, que este pulcro y agradable.



**Fotografía 13: Área seca al fondo están los dos hornos**

Fuente: Huisa, Y (2021)

En la fotografía 13, se aprecia el área B, del lado de los lavaderos después de la limpieza, en perfecto orden y limpia. Esta comprende el área C



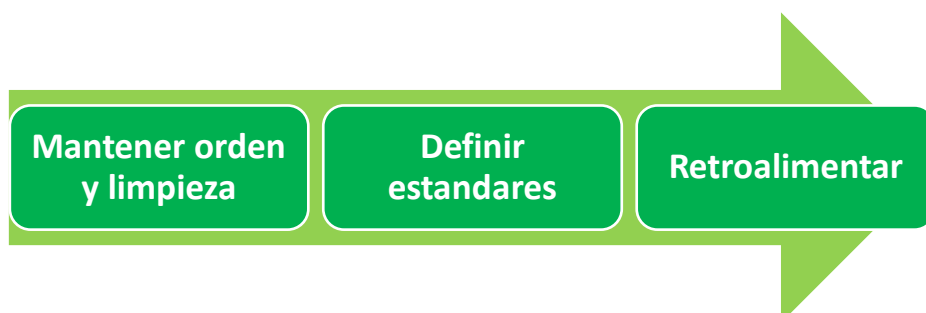
**Fotografía 14: Área de hornos**

Fuente: Huisa, Y (2021)

En la fotografía 14, se muestra el área de hornos después de la limpieza.

#### Etapa 4: Seiketsu (Estandarizar)

Fin de proseguir con la estandarización, se procedió con los pasos que establecieron en la figura 23.



**Figura 23: Proceso de implementación del Seiketsu**

#### Mantener orden y limpieza

A fin de mantener el orden y la limpieza, se sigue con las programaciones mensuales de responsabilidades de limpieza por zonas, conforme se ha establecido como ejemplo en la tabla 19 donde se muestra el rol del mes de mayo, de igual forma se establece los cronogramas sucesivos.

**Tabla 19: Responsables de limpieza mes de junio, por zonas.**

	Zona A	Zona B	Zona C
Semana 1	Técnico 1	Técnico 2	Técnico 3
Semana 2	Técnico 1	Técnico 2	Técnico 3
Semana 3	Técnico 1	Técnico 2	Técnico 3
Semana 4	Técnico 1	Técnico 2	Técnico 3

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al orden, se ha establecido que todo elemento que es utilizado en los ensayos, después de su utilización y previa limpieza debe ser devuelto a su lugar.

#### Definir estándares

A fin de establecer los estándares de trabajo en el área de laboratorio se han definido las siguientes guías:

- Guía de limpieza del área de Oficinas 1 y 2 (Zona A)
- Guía de limpieza del área de húmeda, compactador y lavaderos (Zona B)

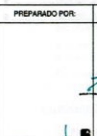

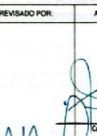

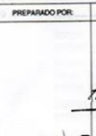

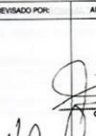





- Guía de limpieza del área seca, tamizado y hornos (Zona C)
- Guías de procedimientos de Trabajos Seguro.

Área	Actividad	Herramientas a utilizar	Método	Estándar	Acción	Frecuencia	Tiempo	Responsable	
Oficinas	Limpieza general del piso del área	Escoba, recogedor, trapeador, balde con agua y desinfectantes		Barrer piso y luego trapear con agua y desinfectante.	Los piso deben estar limpios, libre de polvo y de manchas	De encontrarse alguna irregularidad colocar TARJETA	Dos veces al día	15 minutos cada vez	Técnico Según cronograma
	Limpieza de anaqueles y escritorio	Paño, desinfectante		Limpiar con el paño todas las superficies, desinfectar	Superficies limpias libres de polvo y de manchas	De encontrarse alguna irregularidad colocar TARJETA	Dos veces al día	8 minutos cada vez	Técnico Según cronograma
	Limpieza de equipos de computo	Paño, pincel, alcohol isopropílico		Rociar con alcohol la maquina y con el paño limpiar, con el pincel limpiar el teclado	Superficies limpias libres de polvo y de manchas	De encontrarse alguna irregularidad colocar TARJETA	Dos veces al día	5 minutos cada vez	Técnico Según cronograma
	Inspección	Ojos		Verificar, todo el ambiente se encuentre, limpio, libre de suciedad y ordenado	Área limpia, files ordenados, elementos en su lugar.	De encontrarse alguna irregularidad colocar TARJETA	Dos veces al día	2 minutos cada vez	Técnico Según cronograma

**Figura 24: Estándar de limpieza e inspección**

Fuente; Elaboración propia

En la figura 24, se puede apreciar la guía estandarizada de limpieza del área de oficinas 1 y 2, (Zona A); asimismo, se han definido las guías estandarizadas por las áreas correspondientes a las Zonas B y C.

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO (PETS)				Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.
ENSAYO DE DENSIDAD DE SUELOS POR MÉTODO DE CONO DE ARENA				
Área: Operaciones Relaves C2	Versión N°: 04			
Código: SORLpr0065	Página: 10			
PREPARADO POR:	REVISADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	
				
SUPERVISOR DEL ÁREA / EQUIPO DE TRABAJO	GERENCIA DEL ÁREA	GERENCIA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	GERENCIA DE OPERACIONES	
PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO (PETS)				Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA Y PORCENTAJE DE SÓLIDOS				
Área: Operaciones Relaves C2	Versión N°: 04			
Código: SORLpr0062	Página: 10			
PREPARADO POR:	REVISADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	
				
SUPERVISOR DEL ÁREA / EQUIPO DE TRABAJO	GERENCIA DEL ÁREA	GERENCIA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	GERENCIA DE OPERACIONES	
PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO (PETS)				Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR ESTÁNDAR				
Área: Operaciones Relaves C2	Versión N°: 02			
Código: SORLpr0081	Página: 09			
PREPARADO POR:	REVISADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	
				
SUPERVISOR DEL ÁREA / EQUIPO DE TRABAJO	GERENCIA DEL ÁREA	GERENCIA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	GERENCIA DE OPERACIONES	

**Figura 25: Procedimientos escrito de trabajo seguro (PETS)**

Fuente: La empresa



En la figura 25, se puede ver tres de los procedimientos escritos de trabajo seguro (PETS), que se han establecido para la ejecución de los ensayos que se desarrollan en el laboratorio,

### **Retroalimentar.**

El jefe del proyecto elabora un informe con los indicadores de desempeño de las actividades del laboratorio, que pone a disposición del Comité de las 5's para que este a su vez lo eleve a la Gerencia General de la empresa. En el informe se incluye los resultados de las auditorias, los indicadores de desempeño, así como también aquellos fallos que se pudieran presentar en la ejecución de los procedimientos; toda la información respecto de las actividades que se ejecutan y los resultados de las inspecciones es reportada semanalmente al comité de las 5's, salvo que existan acontecimientos importantes, en ese caso se reporta directamente al jefe del comité, para conocimiento y que se tomen medidas pertinentes.

### **Etapa 5: Shitsuke (Disciplina)**

A fin de proceder con la presente etapa, se ha planificado seguir con los pasos que se muestran en la figura 26, siguiente:



***Figura 26: Proceso de implementación del Seiketsu***

Fuente: La empresa

### **Establecer procedimientos y formatos**

La última S, la disciplina se sustenta con la adopción y ejecución de los procedimientos y utilización de los formatos que se han establecido, lo que se buscó es que lo implementado hasta la fecha se vuelva parte de la cultura de la empresa, que se vuelva parte del día a día de los trabajadores, que los procedimientos de las 5's se ejecuten según lo establecido.

Adicionalmente, a fin de fomentar el involucramiento y la participación de todos los trabajadores del laboratorio, se definieron las siguientes actividades:

- Desarrollar las actividades 5's dentro del horario de trabajo.
- Definir las responsabilidades y roles
- Fomentar trabajo en equipo
- Motivar los círculos de mejora continua
- La retroalimentación es una obligación después de cada actividad de las 5's
- Capacitación constante
- Fomentar la autodisciplina y las buenas costumbres

### Talleres motivacionales

Se está procurando que las 5's sean sostenibles en el tiempo, por lo que se ha programado una serie de talleres de entrenamiento, a fin de motivar la participación de los trabajadores, estos talleres estarán a cargo de los propios trabajadores, de los propios técnicos del laboratorio, a fin de incrementar su involucramiento y participación, y que cualquiera de ellos debe estar preparado y tener los conocimientos necesarios para afrontar el reto de liderar las actividades de las 5's; estos talleres se han programado para el primer martes de cada mes.

Talleres motivacionales 5's			
Nº	Responsable	Tema	Fecha
1	Tec. Laboratorio	5's	Mayo
2	Tec. Laboratorio	5's	Junio
3	Tec. Laboratorio	5's	Julio
4	Tec. Laboratorio	5's	Agosto
5	Tec. Laboratorio	5's	Setiembre
6	Tec. Laboratorio	5's	Octubre
7	Tec. Laboratorio	5's	Noviembre
8	Tec. Laboratorio	5's	Diciembre
9	Tec. Laboratorio	5's	Enerc
10	Tec. Laboratorio	5's	Febrero
11	Tec. Laboratorio	5's	Marzo
12	Tec. Laboratorio	5's	Abril

**Figura 27: Cronograma de talleres motivacionales**

*Fuente: Elaboración propia*

### **FASE 3: Seguimiento y mejora**

A fin de efectuar el seguimiento y mejora de metodología de las 5's, se ha procedido con el esquema mostrado en la figura 28, siguiente:



**Figura 28: Procedimiento de seguimiento y mejora**

*Fuente: Elaboración propia*

#### **Etapa 1: Plan de seguimiento**

Con la finalidad de efectuar el plan de seguimiento, se procedió a fijar los objetivos a cumplir por cada S, de acuerdo a lo fijado en la auditoría cuyo formato se encuentra en el Anexo 11, y las matrices de calificación para las auditorías de las 5's mostradas en el Anexo 12; y cuyo resumen de objetivos cuantificados se muestran en la tabla 20, siguiente:

**Tabla 20: Objetivos cuantificados de las 5's**

<b>"S"</b>	<b>Puntaje Objetivo</b>
Clasificar	20
Ordenar	20
Limpiar	20
Estandarizar	20
Disciplina	20
<b>Puntaje</b>	<b>100</b>

*Fuente: Elaboración propia*

De acuerdo con la tabla 20, se puede apreciar que el objetivo para cada S es su máximo puntaje el que es equivalente a 20, y de todo el modelo es 100; definidas y cuantificadas las metas, se procede a la respectiva evaluación y señalamiento de

las brechas que se presentan, a fin de plantear las medidas correctivas o las contingencias pertinentes.

## Etapa 2: Auditorias

Con la finalidad de medir los avances en el cumplimiento de la metodología de las 5, se ha planificado efectuar auditorias una vez al mes, señalando como fecha de ejecución el último día laborable de cada mes, siendo la primera auditoría realizada el 30 de abril; el encabezado del formato utilizado se muestra en la figura 29, siguiente:

ITEM A EVALUAR		Valor asignado				
		1	2	3	4	5
<b>Auditoria 5's</b>						
		Codigo: Auditoria				
		Versión: V01 05.02.21				
		Pag.				
<b>CLASIFICAR</b>						
¿Los muebles, armarios y estantes estan debidamente identificados?						
			2			
¿Los equipos y instrumentos estan identificados ?						
		1				
¿Los materiales, utiles y herramientas estan identificados?						
		1				
¿Hay presencia de objetos no identificados e innecesarios ?						
		1				
<b>Puntaje total de clasificar</b>		<b>5</b>				

**Figura 29: Formato de Auditorias de 5's**

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, a fin de que los resultados de las auditorias sean objetivos, se han diseñado las respectivas matrices de calificación, cuyo encabezado se muestra en la figura 30, y cuyas matrices en su totalidad se muestran en el Anexo 12,

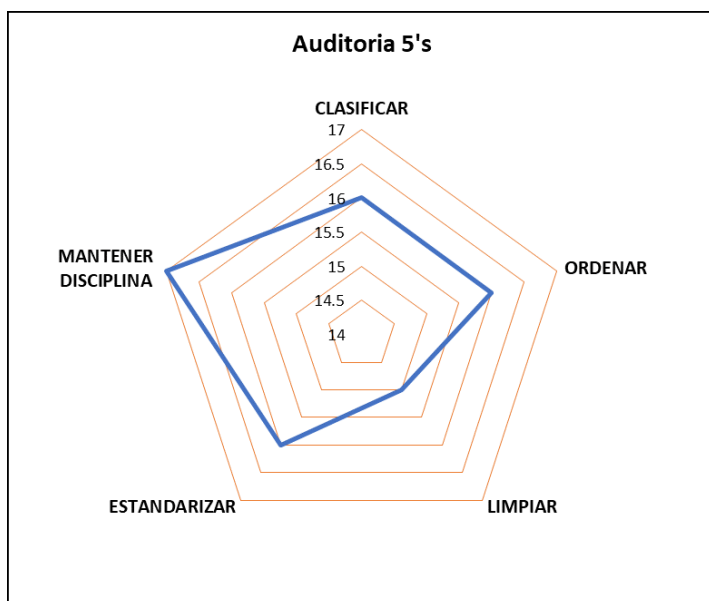
ITEM		Matriz de calificacion para Clasificar				
		1	2	3	4	5
		Codigo: CC- MCC-01				
		Versión: V01 05.02.21				
		Pag.				
¿Los muebles, armarios y estantes están debidamente identificados?						
		El 100% de los muebles, armarios y estantes no están debidamente identificados	El 25% de los muebles, armarios y estantes están debidamente identificados	El 50% de los muebles, armarios y estantes están debidamente identificados	El 75% de los muebles, armarios y estantes están debidamente identificados	El 100% de los muebles, armarios y estantes están debidamente identificados

**Figura 30: Formato de Matriz de Calificación para Clasificar**

Fuente: Elaboración propia

### Etapa 3: Revisión de resultados

La primera auditoria después de implementada las 5's se ejecutó en la última semana del mes de abril, y los resultados se muestran en la figura 31, y tabla 21, siguientes:



**Figura 31: Diagrama con Resultados de Primera Auditoría 5's - Postest**

Fuente: La empresa

**Tabla 21: Resultados de Primera Auditoría 5's - Postest**

"S"	Puntaje	%
Clasificar	16	80.0%
Ordenar	16	80.0%
Limpiar	15	75.0%
Estandarizar	16	80.0%
Disciplina	17	85.0%
<b>Puntaje</b>	<b>80</b>	<b>80.0%</b>

Fuente: La empresa

En la tabla 21, se puede apreciar que el cumplimiento general de objetivos en las 5's se situó en 80%, siendo el puntaje más bajo en la que corresponde a limpiar con un puntaje de 75%, y el de mayor puntaje fue la disciplina con un puntaje de 85%,

#### **Etapa 4: Plan de mejoras**

A la luz de los resultados obtenidos en la primera auditoria, se han planteado las siguientes medidas correctivas:

##### **Clasificar:**

- Completar al 100% la identificación adecuada de los muebles, armarios y estantes.
- Completar al 100% la identificación adecuada de los equipos e instrumentos
- Completar al 100% la identificación adecuada de los materiales, útiles y herramientas
- Asegurarse de que no existen elementos no identificados en el área.

##### **Ordenar:**

- Ubicar adecuadamente todos los muebles, armarios y estantes
- Ordenar adecuadamente todos los equipos e instrumentos
- Ordenar los materiales, útiles y herramientas
- Verificar que no existan elemento fuera de lugar.

##### **Limpiar**

- Cumplir con los cronogramas de limpieza, incidiendo en las paredes y ventanas
- Asegurarse de una limpieza adecuada de los muebles, armarios y estantes.
- Los equipos e instrumentos se deben guardar limpios en el turno.
- Los útiles y herramientas, se deben guardar limpios antes de finalizar el turno.

##### **Estandarizar**

- Supervisar y asegurarse del buen funcionamiento de la clasificación, el orden y la limpieza del área.
- Cumplir los procedimientos establecidos
- Promover la mejora continua
- Verificar constantemente el cumplimiento de las 5's

## Mantener la disciplina

- Supervisar y verificar el cumplimiento del sistema de las 4's
- Verificar y supervisar los programas de 5's
- Asegurarse de que el personal, tenga sus uniformes limpios
- Verificar el cumplimiento del reglamento de trabajo

Asimismo, se deben cumplir con los talleres de motivación que se han establecido a fin de lograr el compromiso y la participación al 100% de los trabajadores.

### 3.5.4 Resultados de la ejecución

De la implementación de las 5's, se ha procedido a efectuar una comparación de los resultados obtenidos de las auditorías realizadas antes (tabla 7) y después, (tabla 21), y cuyo comparativo se muestra en la tabla 22.

**Tabla 22: Comparación de resultados auditoría 5's**

"S"	Pretest	Postest	Mejora (%)
Clasificar	25.0%	80.0%	220%
Ordenar	30.0%	80.0%	167%
Limpiar	50.0%	75.0%	50%
Estandarizar	25.0%	80.0%	220%
Disciplina	30.0%	85.0%	183%
<b>Puntaje</b>	<b>32.0%</b>	<b>80.0%</b>	<b>150%</b>

Fuente: La empresa

De la tabla 22, se puede apreciar que se ha producido un incremento general sustancial de 150% en el cumplimiento de los objetivos de las 5's; resaltando en lo que corresponde a clasificar y estandarizar donde han alcanzado una mejora importante de 220%, han pasado coincidentemente de un puntaje en la auditoría inicial de 25% a un 80% de cumplimiento en la primera auditoría inmediatamente a la implementación de las 5's; asimismo, el menor incremento se ha producido en lo que se refiere a limpieza, pasó de 50% a 75% de cumplimiento, lo que no significa que sus índices son bajos, lo real es que el nivel antes de la implementación era el más alto pasando de 50% a 75%.

Por otro lado, como consecuencia de la implementación de las 5's se ha producido incrementos importantes en la productividad de la ejecución de las pruebas de ensayos de los relaves mineros, cuyos resultados se muestran en la tabla 23, siguiente.

**Tabla 23: Producción de ensayos mineros del mes de mayo 2021 - postest**

Día	Horas trabajadas	Horas programadas	Eficiencia	Ensayos programados	Ensayos ejecutados	Eficiencia	Productividad
1	15.91	14.00	0.88	33	33	1.00	0.88
2	15.54	14.00	0.90	33	33	1.00	0.90
3	15.40	14.00	0.91	30	30	1.00	0.91
4	15.51	14.00	0.90	33	33	1.00	0.90
5	15.48	14.00	0.90	33	33	1.00	0.90
6	15.64	14.00	0.90	31	31	1.00	0.90
7	15.40	14.00	0.91	29	29	1.00	0.91
8	15.28	14.00	0.92	32	32	1.00	0.92
9	15.96	14.00	0.88	32	32	1.00	0.88
10	15.61	14.00	0.90	30	30	1.00	0.90
11	15.71	14.00	0.89	29	29	1.00	0.89
12	15.53	14.00	0.90	32	32	1.00	0.90
13	15.53	14.00	0.90	29	29	1.00	0.90
14	15.50	14.00	0.90	30	30	1.00	0.90
15	15.46	14.00	0.91	32	32	1.00	0.91
16	15.20	14.00	0.92	31	31	1.00	0.92
17	15.90	14.00	0.88	32	32	1.00	0.88
18	15.39	14.00	0.91	32	32	1.00	0.91
19	15.77	14.00	0.89	33	33	1.00	0.89
20	15.67	14.00	0.89	33	33	1.00	0.89
21	16.05	14.00	0.87	30	30	1.00	0.87
22	15.23	14.00	0.92	32	32	1.00	0.92
23	15.92	14.00	0.88	32	32	1.00	0.88
24	15.41	14.00	0.91	28	28	1.00	0.91
25	16.07	14.00	0.87	30	30	1.00	0.87
26	15.48	14.00	0.90	30	30	1.00	0.90
27	15.88	14.00	0.88	33	33	1.00	0.88
28	15.41	14.00	0.91	30	30	1.00	0.91
29	16.07	14.00	0.87	32	32	1.00	0.87
30	15.26	14.00	0.92	29	29	1.00	0.92
31	15.85	14.00	0.88	30	30	1.00	0.88
<b>Total mes</b>	<b>484.02</b>	<b>434</b>	<b>0.90</b>	<b>965</b>	<b>965</b>	<b>1.00</b>	<b>0.90</b>

Fuente: La empresa

De la tabla 23, se puede apreciar que los índices de eficiencia y productividad han alcanzado el 90%; y de acuerdo a las políticas de la empresa de cumplir con el 100% de las pruebas encargadas en el turno, la eficacia resultó al 100%.

### **Análisis económico y financiero**

A fin de evaluar los resultados, se ha considerado el costo por hora del laboratorio, dado que el beneficio obtenido está en función a las horas de trabajo de los técnicos que laboran.



Según lo indicado en la tabla 12 el costo promedio por hora de cada técnico es de S/. 17.30 por hora, y siendo que en el laboratorio trabajan 7 técnicos, el costo de mano de obra por hora es de S/. 121.10; según este último valor y de las 545.35 horas que se utilizaron para ejecutar los ensayos en el mes de marzo el costo involucrado fue de S/. 66,042; y de las 484.02 horas que se utilizaron en el mes de mayo el costo de los ensayos fue de S/. 58,614; por lo que se puede concluir que el ahorro en la ejecución de los ensayos después de la implementación de las 5's, es de S/. 7,428.

Con lo mencionado en el párrafo anterior se puede efectuar el análisis económico y financiero que se muestra en la tabla 24, siguiente.

**Tabla 24: Evaluación económica financiera posttest**

Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Costo mano de obra marzo		66,042	66,042	66,042	66,042	66,042	66,042	66,042	66,042	66,042	66,042	66,042	66,042
Costo mano de obra mayo		58,614	58,614	58,614	58,614	58,614	58,614	58,614	58,614	58,614	58,614	58,614	58,614
Ahorro en ensayos		7,428	7,428	7,428	7,428	7,428	7,428	7,428	7,428	7,428	7,428	7,428	7,428
Implementación 5'S	7,719												
Sostenimiento 5'S		440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440
Flujo de caja	-7,719	6,988	6,988	6,988	6,988	6,988	6,988	6,988	6,988	6,988	6,988	6,988	6,988

VNA	70,931
TIR	90%
B/C	10.19
Recuperación de Inversión	1 mes

De la tabla 24, se puede apreciar el flujo de caja proyectado del proceso mejorado de ejecución de ensayos, en el que se considera el ahorro que se ha obtenido como consecuencia de la implementación de las 5's; se utilizó 12% anual como tasa de descuento, pues esta tasa es la mínima rentabilidad que esperan los directivos de la empresa por el dinero que invierten, a fin de obtener el valor actual neto que resultó de S/. 70,921, que nos indica que la ejecución resulta viable; y la tasa interna de retorno fue 90%; siendo que la relación beneficio costo resultó 10.19, que indica que por cada 1 sol que se invierte se recupera 9.19 soles.

### 3.6. Método de análisis de datos

A fin de proceder y alcanzar los objetivos planteados en la investigación, se ha procedido a efectuar dos tipos de análisis, un análisis descriptivo que nos muestra un comparativo de los datos de cumplimiento de las 5's, y también de los datos de

la productividad y sus dimensiones; y posteriormente a fin de contrastar las hipótesis de investigación, se procedió primero a determinar el comportamiento de la serie de datos mediante un análisis de normalidad con el estadístico de Kolmogorov Smirnov, esto en razón de que las series estaban compuesta por 31 datos; del resultado de la prueba de normalidad se procede con T de Student o Wilcoxon, a fin de establecer el contraste estadístico. Para tal fin se utiliza el paquete estadístico SPSS en su versión 26.

### **3.7 Aspectos éticos**

En la elaboración de la presente investigación se ha respetado la propiedad intelectual de los autores que han aportado con sus citas y conceptos referenciándolos adecuadamente e incluyéndolos en las referencias bibliográficas, así como, se ha tenido en cuenta el código de ética de la UCV, la autonomía en la participación de la investigación, que se desarrolló con competencia profesional y científica: Las personas deben cumplir los niveles; sobre todo en el ámbito de I trabajo por respetar el medio ambiente y la biodiversidad, para tener presente la integridad humana.

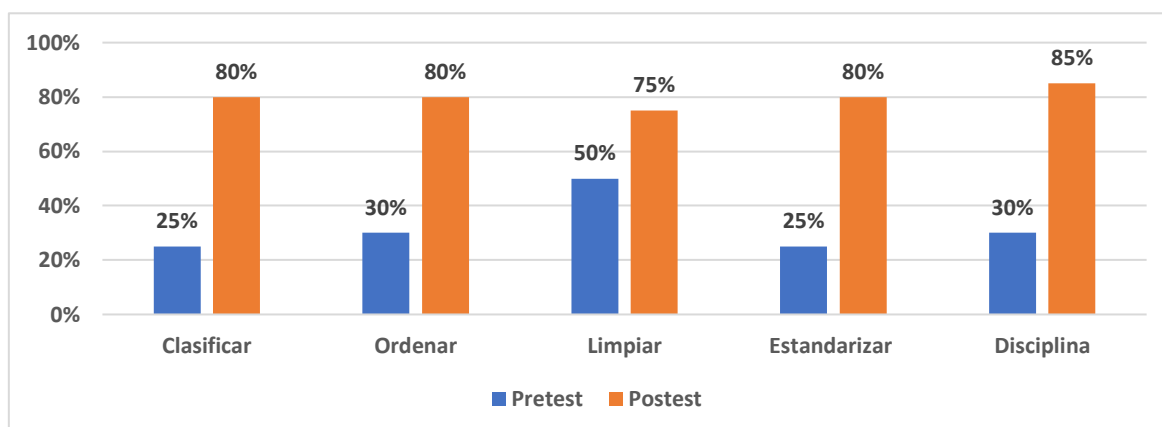
Asimismo, en cuanto a los contenidos estos son originales, no se ha incurrido en copia ni parcial ni total, lo cual se certifica con el nivel de similitud Turnitin que se acompaña en anexos del presente documento.

Por otro lado, en la ejecución de la propuesta, se cumplió con respetar el reglamento de trabajo y las actividades se desarrollaron dentro del buen clima laboral y la cultura organizacional de la empresa.

## IV RESULTADOS

### 4.1 Análisis descriptivo

De la figura 32, se puede ver el comparativo de las auditorías de las 5'S antes en azul que alcanzó un nivel promedio de cumplimiento de objetivos de 32%, y en ocre el nivel promedio de cumplimiento después, que alcanzó 80% según la tabla 22, mostrando un incremento del 150%.



**Figura 32: Nivel de cumplimiento de las 5's antes y después**

Fuente: Elaboración propia con SPSS 26

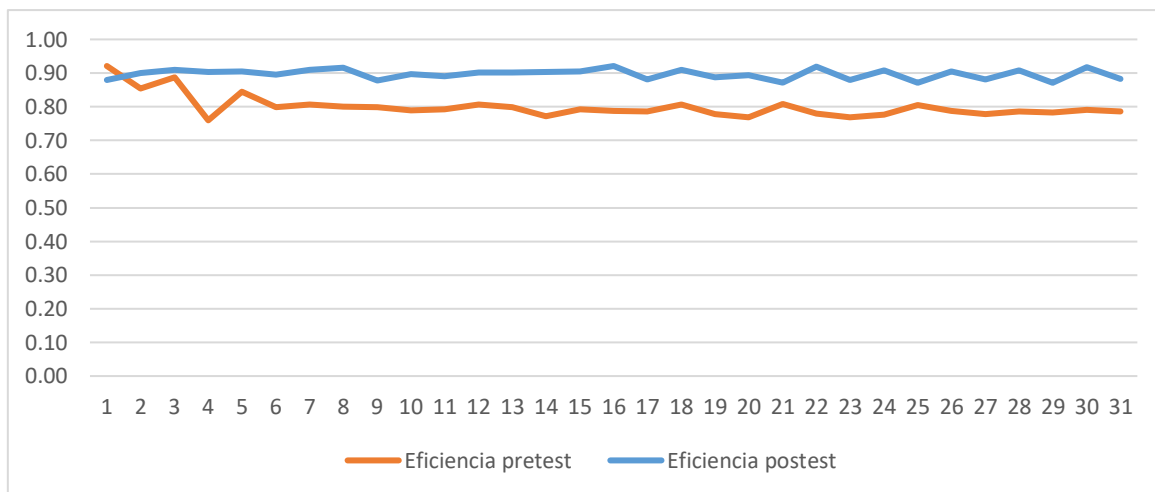
**Tabla 25: Análisis descriptivos de productividad, eficiencia y eficacia**

	N	Media	Desviación Estándar	Asimetría	Curtosis
Eficiencia pretest	31	0.800	0.034	2.199	5.321
Eficiencia Postest	31	0.897	0.015	-0.282	-1.035
Eficacia Pretest	31	1.000	0.000	.	.
Eficacia Postest	31	1.000	0.000		
Productividad Pretest	31	0.799	0.030	1.753	3.003
Productividad Postest	31	0.897	0.015	-0.282	-1.035

Fuente: Elaboración propia con SPSS 26

De la tabla 25, se puede apreciar que la eficiencia del postest es mayor a la eficiencia del pretest, lo que evidencia una mejora, al igual la productividad pretest es menor que la productividad postest por lo que se confirma que esta se ha incrementado, en cuanto a la eficacia esta se mantiene en el mismo valor ya que el cumplimiento de la realización de ensayos mineros necesariamente se debe hacer en el día, por eso el cumplimiento de los objetivos de trabajo es 1. En cuanto a la

desviación estándar estas muestran una mejora en la eficiencia y productividad, mostrando una mayor estabilidad en los datos, y respecto a la asimetría los valores pasaron de un valor positivo a un valor negativo, lo que indica que hay una mayor acumulación de datos por encima de la media, que demuestra una tendencia a la mejora de las cifras de la eficiencia y la productividad.



**Figura 33: Comparativo de la eficiencia antes y después**

Fuente: Elaboración propia

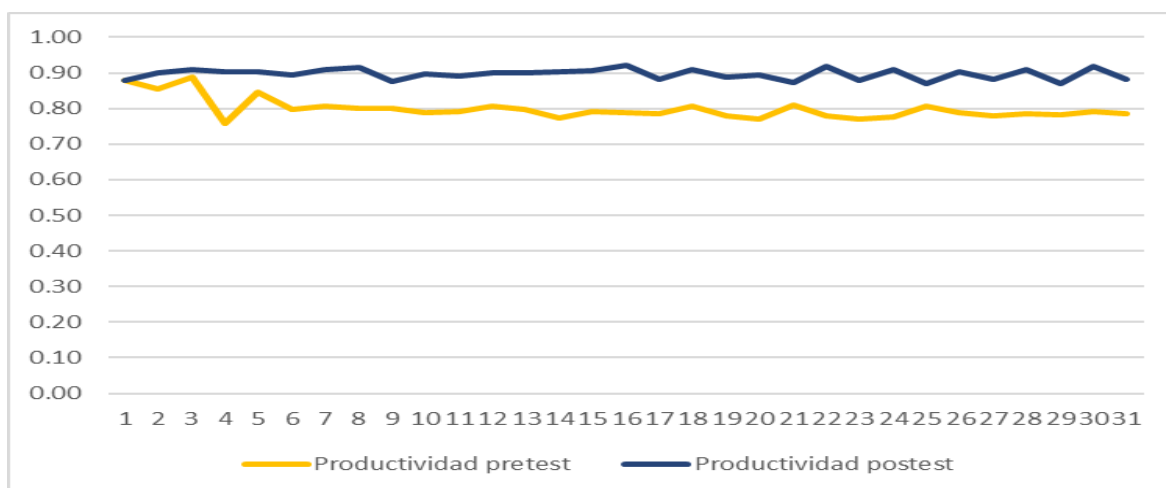
De la figura 33, el comparativo de los datos correspondientes a la eficiencia, en ocre se puede ver el comportamiento de las 31 tomas de datos del pretest, que según la tabla 5 en promedio alcanza un valor de 80%; y en azul el comportamiento de los valores de las tomas de los 31 datos del posttest que según la tabla 18 alcanzó un valor de 90%, representando un incremento del 12.5%.



**Figura 34: Comparativo de la eficacia antes y después**

Fuente: Elaboración propia

En la figura 34, se puede apreciar que tanto el valor de la eficacia pretest y postest se superponen, esto debido a que el valor es el mismo, todos los datos tienen un valor 1, lo que implica que todas las actividades programadas se cumplen.



**Figura 35: Comparativo de la productividad antes y después**

En la figura 35, se aprecia en ocre el comportamiento de los 31 datos de la productividad pretest que según la tabla 5 tiene un valor promedio de 80%, y en azul el comportamiento de los 31 datos de la productividad postest que según la tabla 18 tiene un valor de 90%, resultando un incremento de 12.5%.

## 4.2. Análisis inferencial

### Contrastación de la hipótesis general:

Siendo la hipótesis general de investigación y su hipótesis nula:

Ha: La implementación de las 5's mejora la productividad en el laboratorio de ensayos de una compañía minera, Arequipa.

Ho: La implementación de las 5's no mejora la productividad en el laboratorio de ensayos de una compañía minera, Arequipa

A fin de efectuar el análisis inferencial, se procede primero a establecer el comportamiento de la serie de datos de la variable productividad; para tal fin como los datos recopilados en cantidad son 31, se considera muestras grandes (Rojo, 2017), el método utilizado adecuado es Kolmogorov Smirnov, que determina la normalidad de las series denominadas grandes.

Regla de decisión:

Si p valor, mayor que 0.05, la serie es normal

Si p valor, menor o igual que 0.05, la serie es no normal

**Tabla 26: Prueba de normalidad de Productividad antes y después**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
Productividad pretest	,239	31	<b>,000</b>	,808	31	,000
Productividad Postest	,154	31	<b>,058</b>	,942	31	,095

De la prueba de normalidad mostrada en la tabla 26, se verifica que la significancia de la eficiencia antes es 0.000, menor a 0.05 siendo su comportamiento no paramétrico, y el valor de la significancia después es 0.058, mayor a 0.05 siendo su comportamiento paramétrico; al tener comportamientos diferentes el contraste estadístico se debe realizar con un modelo no paramétrico, y como el análisis debe ser de comparación se procede mediante la utilización del método de Wilcoxon.

Regla de decisión

$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$

$H_o: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$

**Tabla 27: Comparación de medias para productividad con Wilcoxon**

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Productividad pretest	31	<b>,8001</b>	,03424	,76	,92
Productividad postest	31	<b>,8969</b>	,01490	,87	,92

De la tabla 27, se puede comprobar que la productividad pretest es 0.8001 y la productividad postests es 0.8969, por lo que no se cumple  $H_o: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$ , en tal razón se refuta la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación que nos dice, la implementación de las 5's mejora la productividad en el laboratorio de ensayos de una compañía minera, Arequipa.

Verificando lo hallado en el párrafo anterior, se calcula el contraste mediante la prueba estadística de Wilcoxon,

Regla de decisión

Si p valor, mayor que 0.05, se acepta hipótesis nula

Si p valor, menor a 0.05, se rechaza hipótesis nula

**Tabla 28: Test estadístico con Wilcoxon para productividad**

Productividad Postest - Productividad pretest	
Z	-4,860 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

De la table 28, se puede verificar que el p valor es 0.000, menor a 0.05, por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación que nos dice, la implementación de las 5's mejora la productividad en el laboratorio de ensayos de una compañía minera, Arequipa.

### Contrastación de la primera hipótesis específica:

Siendo la primera hipótesis específica de investigación y su hipótesis nula:

Ha: La implementación de las 5's mejora la eficiencia en el laboratorio de ensayos de una compañía minera, Arequipa.

Ho: La implementación de las 5's no mejora la eficiencia en el laboratorio de ensayos de una compañía minera, Arequipa

Se procede primero a establecer el comportamiento de la serie de datos de la eficiencia; para tal fin como los datos recopilados en cantidad son 31, el método utilizado es Kolmogorov Smirnov, que determina la normalidad de las series denominadas grandes.

Regla de decisión:

Si p valor, mayor que 0.05, la serie es normal

Si p valor, menor o igual que 0.05, la serie es no normal

**Tabla 29: Prueba de normalidad para eficiencia antes y después**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
Eficiencia pretest	,270	31	,000	,757	31	,000
Eficiencia postest	,154	31	,058	,942	31	,095

a. Lilliefors Significance Correction

De la prueba de normalidad mostrada en la tabla 29, se verifica que la significancia de la eficiencia pretest es 0.000, menor a 0.05 siendo su comportamiento no paramétrico, y el valor de la significancia de la eficiencia posttest es 0.058, mayor a 0.05 siendo su comportamiento paramétrico; al tener comportamientos diferentes el contraste estadístico se debe realizar con un modelo no paramétrico, y como el análisis debe ser de comparación se procede mediante la utilización del método de Wilcoxon.

Regla de decisión

$$H_a: \mu_{Ea} < \mu_{Ed}$$

$$H_o: \mu_{Ea} \geq \mu_{Ed}$$

**Tabla 30: Comparación de medias para eficiencia con Wilcoxon**

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Eficiencia pretest	31	<b>,8001</b>	,03424	,76	,92
Eficacia posttest	31	<b>,8969</b>	,01490	,87	,92

De la tabla 30, se puede comprobar que la eficiencia pretest es 0.8001 y la eficiencia posttest es 0.8969, por lo que no se cumple  $H_o: \mu_{Ea} \geq \mu_{Ed}$ , en tal razón se refuta la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación que nos dice, la implementación de las 5's mejora la eficiencia en el laboratorio de ensayos de una compañía minera, Arequipa.

Verificando lo hallado en el párrafo anterior, se calcula el contraste mediante la prueba estadística de Wilcoxon,

Regla de decisión

Si p valor, mayor que 0.05, se acepta hipótesis nula

Si p valor, menor a 0.05, se rechaza hipótesis nula

**Tabla 31: Test estadístico con Wilcoxon para eficiencia**

Eficiencia posttest - Eficiencia pretest	
Z	-4,821 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	<b>,000</b>



De la table 31, se puede verificar que el p valor es 0.000, menor a 0.05, por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación que nos dice, la implementación de las 5's mejora la eficiencia en el laboratorio de ensayos de una compañía minera, Arequipa.

### **Contrastación de la segunda hipótesis específica**

Siendo la segunda hipótesis específica de investigación y su hipótesis nula:

Ha: La implementación de las 5's mejora la eficacia en el laboratorio de ensayos de una compañía minera, Arequipa.

Ho: La implementación de las 5's no mejora la eficacia en el laboratorio de ensayos de una compañía minera, Arequipa

Se procede primero a establecer el comportamiento de la serie de datos de la eficacia; para tal fin como los datos recopilados en cantidad son 31, el método utilizado es Kolmogorov Smirnov, que determina la normalidad de las series denominadas grandes.

Regla de decisión:

Si p valor, mayor que 0.05, la serie es normal

Si p valor, menor o igual que 0.05, la serie es no normal

**Tabla 32: Prueba de normalidad para eficacia antes y después**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
Eficacia pretest	.	31	.	.	31	.
Eficacia Postest	.	31	.	.	31	.

De la tabla 32, se puede apreciar que el software no procesa la significancia, por lo que no se puede establecer un comportamiento paramétrico o no.

De las tablas 10 y 23, se puede verificar que los valores de los 31 datos de la eficacia tanto pretest como postest tiene como valor 1, es decir que siempre se cumple con lo planificado, a fin de verificar esta apreciación se procede a verificar el valor de los promedios, con Wilcoxon,

**Tabla 33: Comparativo de eficacia con Wilcoxon**

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Eficacia pretest	1,0000 <sup>a</sup>	31	,00000	,00000
	Eficacia Postest	1,0000 <sup>a</sup>	31	,00000	,00000

De la tabla 33, se puede apreciar que el valor de la media de la eficacia pretest y postest es 1, es decir siempre se cumple con lo que se planifica; por lo que no se cumple con una mejora; en tal razón se acepta la hipótesis nula de que la implementación de la metodología de las 5`s no mejora la eficacia en el laboratorio de ensayos de una compañía minera.

## V. DISCUSIÓN

Se resalta la importancia de la presente investigación al demostrar la vigencia de la metodología de las 5's, sobre todo en un área que por sus características de la labor que se desarrolla merece un cuidado especial en cuanto organización y limpieza, como lo es un laboratorio de ensayos físico químicos de una empresa que analiza la composición de los relaves de una empresa minera, con fines de toma de decisiones para evitar posibles acciones contaminantes en el medio ambiente.

Con respecto a la implementación de las 5's y a la mejora la productividad en el laboratorio de ensayos de una compañía minera, ha quedado establecido que se cumplió, pues del análisis efectuado en el contraste de la hipótesis general de investigación a través del estadígrafo de Wilcoxon se evidenció que la productividad en la ejecución de los ensayos mineros paso de 0.80 a 0.89, logrando un incremento absoluto de 0.09 o un incremento porcentual de 11.25%; con respecto a este logro se evidencia que como consecuencia de un mejor ambiente de trabajo, un lugar más ordenado y organizado, donde los elementos del laboratorio se encuentren en sitios determinados permitiendo su ubicación rápida y un flujo continuo de los ensayos; el resultado hallado coincide con el trabajo previo de Obregón (2017) que en su tesis donde aplica la metodología de las 5's, no solo verificó un mayor orden, un ambiente adecuadamente organizado y limpio, cumplimiento de estándares en el laboratorio, sino que también se pudo verificar mayor grado de satisfacción de los técnicos del laboratorio al laborar en un ambiente más agradable, confortable y seguro, lo que motivo una reducción en el tiempo de análisis de sólidos totales en 32%, por lo que se mejoró también la productividad. Asimismo, coincide también con la investigación de Cárdenas (2021), quien mediante la utilización de las "5S" buscó eliminar las demoras que existen cuando se están ejecutando los ensayos esto como consecuencia de la desorganización de los materiales lo que al buscarlos para ser utilizarlos ocasionan retrasos en el proceso; asimismo, Cárdenas también corroboró el cumplimiento de los objetivos planteados en la metodología de las "5S" en el centro laboral en el que el índice del cumplimiento pasó de 46% a 81%, con un incremento de más del 100%; evidenciándose también que propicio mejoras en la productividad. En el mismo sentido Herrera y Taípe (2017), que comprobaron que al implementar la

metodología japonesa de las 5S en el procedimiento productivo de un laboratorio, ayudó a mejorar el clima laboral, además de la vida útil de los equipos de trabajo, y proporcionar guías para los procesos del laboratorio, se eliminó los desperdicios ocasionados por el desorden, la falta de aseo por parte de los trabajadores, las fugas por parte de las herramientas, contaminación, reducir los tiempos de respuesta, obteniendo como resultado que se logró influenciar positivamente en el proceso productivo. En cuanto a los aspectos teóricos refuerzan los hallazgos Gutiérrez (2014), que menciona que para que se noten las mejoras en el entorno, primero se debe contar con el compromiso de la dirección y el involucramiento y participación por parte de los trabajadores, así como también tiene que haber organización, orden, limpieza y disciplina; así como Manzano & Gisbert (2016), quienes indican que como las 5's es una herramienta que prioriza el orden y la limpieza como primer paso para encontrar cualquier mejora en los procesos, se genera espacios y ambientes agradables, funcionales y óptimos para el desempeño de las funciones de los trabajadores.

Respecto a que la eficiencia en el laboratorio de ensayos de una compañía minera mejor como consecuencia de la implementación de la metodología de las 5's, ha quedado evidenciado de los resultados estadísticos durante la contrastación de la primera hipótesis específica que la eficiencia en la ejecución de los ensayos mineros ha mejorado como consecuencia de la implementación de la metodología de las 5's, al pasar su índice pretest de 0.80 a 0.89 en el posttest, logrando un incremento de 0.09 equivalente a un incremento porcentual de 11.25%; la mejora ha sido consecuencia del mejor flujo de operaciones en el laboratorio, como la eficiencia está relacionada con el mejor manejo de los recursos, y en este caso tiene que ver directamente con las horas hombre, es evidente que el tiempo de los trabajadores se está utilizando mejor, y los tiempos muertos o los tiempos improductivos que se generaban en la búsqueda y ubicación de elementos mal ubicados se ha reducido. El hallazgo de la investigación coincide con Abdalrazig y Abdelmutalab, (2019), que indican que en su investigación al implementar las 5S se aumentó la eficiencia en el flujo de operaciones, se mejoró el entorno laboral, se redujo el traslado de los trabajadores y permitió un mayor orden después de la eliminación de elementos no deseados; Los resultados también concuerdan con lo

indicado por Ormeño (2019) que en su investigación concluye que cuando se mejoran los procesos mediante el uso de alguna herramienta de ingeniería que ayude a utilizar mejor los recursos o a mejorar el entorno de trabajo trae como consecuencia incrementos en la productividad; en el mismo sentido Ñopo (2019), que refiere que mediante la estandarización de sus procesos en el área de muestras de geoquímicas de un laboratorio se mejoró la productividad, la eficiencia y la eficacia en el análisis de ensayos; asimismo, concuerda con Supriyo, Kaushik and Biswajit (2021), que en su investigación demuestran que entre las herramientas Lean resalta las 5's que busca mejorar la eficiencia en la línea de producción con la finalidad de reducir los tiempos muertos y satisfacer los altos niveles de la demanda del mercado, y mejorando los niveles de la productividad. Por otro lado, en cuanto a los aspectos teóricos que refuerzan los hallazgos de la presente investigación tenemos a Lorente & Aldavert (2016) que mencionan que las 5's busca cambios ágiles y rápidos a largo plazo que propicien entorno de trabajo eficientes; Alefari, Salonitis & Xu (2017) quienes refuerzan la idea de que la implementación de las 5's debe contar con el compromiso de todos los trabajadores pues es una filosofía más que una metodología de trabajo, una filosofía que implica una serie de normas de conducta que si no se siguen no permitirán los resultados esperados.; y Vorkapic, Cockalo, Đorđević & Besic, (2017), quienes señalan que las 5s es una filosofía de trabajo que posibilita condiciones adecuadas de trabajo, y por ende desempeños eficientes.

En lo que se refiere a la mejora de la eficacia en el laboratorio de ensayos de una compañía minera como consecuencia de la implementación de la metodología de las 5's, se ha evidenciado de los resultados de las pruebas estadísticas que la eficacia se ha mantenido en su nivel, pues antes de la implementación ya se cumplía con el 100% de los ensayos programados; dado que es política del laboratorio que todos los ensayos encargados se deben desarrollar en el día y en el turno programado; en el presente caso es evidente que antes de la implementación y por políticas de la empresa todos los ensayos se tienen que cumplir en el día por lo que la eficacia antes y después de la implementación era al 100%. En cuanto a los trabajos previos que concuerdan con el hallazgo, Huánuco y Rosales (2018), que al implementar las 5's se desarrolló un plan sistemático para

poder sostener la categorización, orden, limpieza, lo que permitió dar seguridad a los trabajadores, fomentar un excelente clima laboral, mejorar la calidad, el cumplimiento de los objetivos y por ende aumentar la productividad; el resultado concuerda con Flor (2017), que en su investigación documentaron la mejora de los procesos en un laboratorio de ensayos mineros, que trajo como consecuencia mejoras en la eficiencia, eficacia y productividad de sus procesos. Asimismo, refuerzan conceptualmente los hallazgos Shaikh et al (2015) quienes indican que la implementación de las 5's es una metodología que propicia un lugar de trabajo adecuadamente organizado, limpio, donde se pueda trabajar con adecuados parámetros de calidad y eficacia.

## VI. CONCLUSIONES

En cuanto al objetivo general quedo establecido que la productividad mejoró como consecuencia de la implementación de las 5's, al pasar los promedios estadísticos de la productividad del mes de marzo de 0.80 a 0.90 en el mes de mayo, este incremento representa un 12.5%. Asimismo, en el contraste estadístico quedó demostrado que la productividad se incrementó, pues las medias en el test de Wilcoxon mostraron un incremento de 0.0968 y en test estadístico el p valor resultó ser 0.000 menor al 0.05, comprobándose que mediante el contraste se estableció que como consecuencia de la productividad se mejoró la productividad.

Respecto a la primera hipótesis específica, que indica que la eficiencia en el desarrollo de los ensayos mejora como consecuencia de la implementación de las 5's; esto quedó demostrado mediante el análisis descriptivo que dio como resultado que la media de la eficiencia antes era 0.80 y después de la implementación de las 5's 0.90, evidenciando una mejora de 12.5%; asimismo, mediante el contraste estadístico con la prueba de Wilcoxon, quedó establecido la mejora al comparar las medias y dando un incremento absoluto en el índice de 0.0968, y mediante el test de Wilcoxon el p valor resultó igual a 0.000, por lo que se comprueba que la eficiencia mejora como consecuencia de la implementación de las 5's.

En cuanto a la segunda hipótesis específica, que indica que la eficacia mejora como consecuencia de la implementación de las 5's; en el presente caso, del análisis quedó demostrado que la eficacia no mejoró, que se mantuvo igual, esto en razón de que el 100% de los objetivos planificados se cumplen en el día y en el turno; en el periodo analizado no se evidenció que haya existido algún incumplimiento de los objetivos planificados.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se debe fomentar la participación de todo el personal en las charlas y talleres motivacionales, a fin de fortalecer el sostenimiento de las 5's en el tiempo, esto con la finalidad de seguir mejorando en el desempeño de los trabajadores lo cual se ve reflejado en la productividad.

En cuanto a la eficiencia, es evidente que el orden a causado impacto importante en el desempeño de los trabajadores, por lo que se hace indispensable no flaquear en el sostenimiento de las medidas adoptadas por las 5's, se debe insistir en mejorar el orden de los elementos a fin de mantener el flujo constante del trabajo.

Respecto al cumplimiento de los objetivos, estos ya se cumplían desde antes de la implementación de las 5's; por lo que se debe insistir en la mejora del ambiente de trabajo a fin de mejorar el cumplimiento de los objetivos optimizando los tiempos para el desarrollo de ellos.



## REFERENCIAS

ABDALRAZIG y ABDELMUTALAB, (2019). Evaluating the effectiveness of 5S implementation in the industrial sector. *International Journal of Innovative Science and Research Technologic*. India. ISSN: 2456-2165

Attri, R., Singh, B. and Mehra, S. (2017), Analysis of interaction among the barriers to 5S implementation using interpretive structural modeling approach", *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 24 No. 7, pp. 1834-1853. <https://doi.org/10.1108/BIJ-07-2016-0110>

ALDAVERT, VIDAL, LORENTE, & ALDAVERT (2016). 5S para la mejora continua. Barcelona, España: Editorial Cims © Midac.

ALEFARI, SALONITIS, & XU (2017). The Role of Leadership in Implementing Lean Manufacturing. *Procedia CIRP*, 63, 756-761. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.169>

ANDINA (2021). ¡Apuesta por la innovación! Arequipa cuenta con el primer Parque Científico-Tecnológico. <https://andina.pe/agencia/noticia-apuesta-por-innovacion-arequipa-cuenta-con-primer-parque-cientificotecnologico-823923.aspx>

Attri, R., Ashishpal, Khan, N. Z., Siddiquee, A. N., & Khan, Z. A. (2020). ISM-MICMAC approach for evaluating the critical success factors of 5S implementation in manufacturing organisations. *International Journal of Business Excellence*, 20(4), 521-548.

Bartnicka, C. (2018). The effects of implementing 5S as the foundation for work improvement on the workplace. *Multidisciplinary Aspects of Production Engineering*, 1(1), 451-455.

Cao, Yao, Hu, Wang, Li & Meng (2021), Failure and mechanical behavior of transversely isotropic rock under compression-shear tests: Laboratory testing and numerical simulation, *Engineering Fracture Mechanics*, Volume 241,2021, 107389, ISSN 0013-7944, <https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2020.107389>.

CARDENAS (2021). La aplicación de la metodología 5s y la mejora de la productividad de un laboratorio clínico del distrito de San Juan de Lurigancho [en

línea]. Tesis doctoral. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos [consulta: mayo de 2021]. Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/16395>.

Chandrayan, B., Solanki, A. K., & Sharma, R. (2019). Study of 5S lean technique: a review paper. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 26(4), 469-491

COMITÉ PREMIO NACIONAL 5S PERÚ (2016) AOTS, Perú (2016). Modelo del Premio Nacional 5S Perú. <http://www.aotsperu.com/docus/BASE5S2016.pdf>

CONDORI (2019), Implementación de un planeamiento de minado a cielo abierto con uso del software minesigth para alcanzar la producción óptima mediante la evaluación de las características geotécnicas en la Unidad Minera María 2-Moquegua. Universidad Nacional de Moquegua. Moquegua, Perú. [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewjZ0NG3nNwAhXOHbkGH33ASMqFjAGegQIBhAD&url=https%3A%2F%2Frepositorio.unam.edu.pe%2Fbitstream%2Fhandle%2FUNAM%2F112%2FT095\\_72191607\\_T.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&usg=AOvVaw3heeKe6Wz5ue5JdYIDb5o\\_](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewjZ0NG3nNwAhXOHbkGH33ASMqFjAGegQIBhAD&url=https%3A%2F%2Frepositorio.unam.edu.pe%2Fbitstream%2Fhandle%2FUNAM%2F112%2FT095_72191607_T.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&usg=AOvVaw3heeKe6Wz5ue5JdYIDb5o_)

DIARIO FINANCIERO (2021). Duoc UC desarrolla ladrillos más resistentes a partir se relaves mineros abandonados. Consultado. 15.05.2021. <https://www.df.cl/noticias/df-lab/innovacion-y-startups/duoc-uc-desarrolla-ladrillos-mas-resistentes-a-partir-de-relaves-mineros/2021-05-07/183554.html>.

Ebuetce, M., & Doggett, M. (2018). Analysis of the 5S technique: Case study of a surveying laboratory. *Journal of Quality Management Systems, Applied Engineering, and Technology Management*, (3), 1.

ESQUIVEL (2021), Propuesta de mejoramiento utilizando la herramienta 5's en la empresa Laboratorio Ángel Bioindustrial. Universidad Autónoma de Occidente. Santiago de Cali. Colombia. <https://hdl.handle.net/10614/12930>

FLOR (2017), Propuesta de mejora en los procesos de recepción de muestras de concentrados para el incremento de la productividad. Caso de una empresa de

servicios que certifica la ley de composición en los minerales. Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú.  
[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwit7oPTkdnwAhU\\_IZUCHZGwDk4QFjAAegQIAxAD&url=http%3A%2F%2Frepo.sitorio.usil.edu.pe%2Fbitstream%2FUSIL%2F2762%2F1%2F2017\\_Flor\\_Propuesta-de-mejora-en-los-procesos.pdf&usg=AOvVaw2D9fIE48C0MVF2VH1Q4y72](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwit7oPTkdnwAhU_IZUCHZGwDk4QFjAAegQIAxAD&url=http%3A%2F%2Frepo.sitorio.usil.edu.pe%2Fbitstream%2FUSIL%2F2762%2F1%2F2017_Flor_Propuesta-de-mejora-en-los-procesos.pdf&usg=AOvVaw2D9fIE48C0MVF2VH1Q4y72)

GARCIA, Roberto. (2005). Estudio del trabajo ingeniería de métodos y medición del trabajo. 2.a.ed. España: Mc Graw- Hill, 2005. pág. 459. ISBN: 97010-4657-9.

García (2011). Productividad Y Reproducción. Editorial Trillas, México. 2011 ISBN 9789682452437

GUALOTO (2021). Caracterización mineralógica de pasivos ambientales mineros de la relavera comunitaria “El Tablón”, Portovelo – Ecuador, y su potencial de contaminación. Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Ambiental. Carrera de Ingeniería Ambiental. Quito: UCE. 70 p.  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/22852>

GUTIÉRREZ (2010). Calidad total y productividad. Tercera. México: Mc GRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2010. pág. 363 pp. ISBN: 978-607-15-0315-2

GUTIÉRREZ (2014). Calidad total y productividad, cuarta edición. México: McGraw-Hill.

HERRERA HUISA, B. y TAIPE ALFARO, J. (2017). Implementación de la metodología 5s en el laboratorio de no metálicos fiq – Uncp 2017 [en línea]. Tesis doctoral. Perú: Universidad Nacional del Centro Del Perú [consulta: mayo de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3795>.

HOFMAN, MAS, ARAVENA y GUEVARA. (2017). Crecimiento económico y productividad en Latinoamérica. El Proyecto La-Klems. En: El Trimestre Económico. Vol. 84, Núm. 334, abril-junio de 2017, pp. 259-306. [En línea] Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/ete/v84n334/2448-718X-ete-84-334-00259.pdf>

<https://www.buenaventura.com/es/inversionistas/memorias-anuales>

HUANUCO y ROSALES (2018). Impacto de las 5S en la Calidad Microbiológica del Aire del laboratorio de calidad de productos agro biológicos. *Industrial Data* [en línea]. Perú: UNMSM, vol. 21, núm. 2, pp. 17-24 [consulta: mayo de 2021]. ISSN 1810-9993. Disponible

en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/view/15599/13373>.

Indrawati, S., Saleh, C., & Kariza, B. M. (2019). Analysis of the influence of 5S work implementation culture on employee performance. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1367, No. 1, p. 012044). IOP Publishing.

LOPÉZ (2018). *Calidad para la productividad y la competitividad*. Pereira: © Universidad Católica de Pereira, 2018, 2018. pág. 131pp. ISBN: 978-958-8487-37-3.

MANZANO, & GISBERT (2016). *Lean Manufacturing: implantación 5S. 3C Tecnología: glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 5(4), 16-26. DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2016.v5n4e20.16-26>

MONGE (2019). *Productividad y crecimiento económico: experiencias de algunos países de reciente desarrollo: estudios sobre productividad*. San José: Academia de Centroamérica, ISBN 978-9977-21-

ÑOPO (2019), *Aplicación de la estandarización de procesos para aumentar la productividad en el laboratorio químico de INGEMMET*, San Borja-2019. Universidad César Vallejo, Lima, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/42711>

OBREGON (2017), *Mejora de procesos de un laboratorio de análisis fisicoquímico a través de la implementación de la herramienta 5's*. Universidad Sn Ignacio de Loyola. Lima, Perú. <http://repositorio.usil.edu.pe/handle/USIL/3295>

ORMEÑO (2019), *Planificación y control basado en procesos para la gestión del tiempo y costo de la obra laboratorios para la EP Ingeniería de Minas de la UNA*

Puno en la ejecución de estructuras. Universidad Nacional del Altiplano. Puno. Perú. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/11320>

PACANA & WOZNY (2016). Draft questions of 5S pre-audit with regard to health and safety standards for tires retreating plant. *Production Engineering Archives*, 13(4), 26-30. Recuperado de: [http://www.qpij.pl/production-engineering-archives-vol-13-no-4-2016/menu\\_id/209](http://www.qpij.pl/production-engineering-archives-vol-13-no-4-2016/menu_id/209)

PEREZ y GARDEY (2013) Definición de laboratorio <https://definicion.de/laboratorio/>

Piñero, E. A., Vivas, F. E. V., & de Valga, L. K. F. (2018). Programa 5S' s para el mejoramiento continuo de la calidad y la productividad en los puestos de trabajo. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 6(20), 99-110. ISSN: 1856-8327

RAJADELL y SANCHEZ (2010). La evidencia de una necesidad, Madrid. España. Ediciones Díaz de Santos, ISBN: 8479789670

Rey, F. (2005). Las 5S: Orden Y Limpieza En El Puesto De Trabajo. FC Editorial. 2005.17p. ISBN: 9780470170472

RAMOS (2021). Incremento de la productividad a través de la mejora continua en calidad en la subunidad de procesamiento de datos en una empresa Courier: El caso Perú Courier. *Industrial Data [en línea]*. 2013, 16(2), 59-66[fecha de Consulta 29 de mayo de 2021]. ISSN: 1560-9146. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81632390007>

Randhawa, J.S. and Ahuja, I.S. (2017), "Evaluating impact of 5S implementation on business performance", *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 66 No. 7, pp. 948-978. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-08-2016-0154>

Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2018). Analytical hierarchy process for selecting best attributes for successful 5S implementation. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 24(1), 33-58

REY (2005) Las 5's, Orden y limpieza en el puesto de trabajo. FC. Editorial. ISBN 9780470170472

Rojo, A. (2017). *Principios de estadísticas inferenciales prueba de hipótesis: muestras pequeñas.*

SALAZAR, ORE, BENAVIDES, DELGADO Y PANTOJA (2020). Metodología 5S, alternativa viable en la mejora de procesos de la industria alimentaria. Rev. Tayacaja 3(2), 2020; DOI: <https://doi.org/10.46908/rict.v3i2.116>. ISSN: 2617-9156.

SHAIKH, ALAM, AHMED, ISHTIYAK & HASAN (2015). Review of 5S Technique. International Journal of Science, Engineering and Technology Research, 4(4), 927-931. Recuperado de: <http://ijsetr.org/wp-content/uploads/2015/04/IJSETR-VOL-4-ISSUE-4-927-931.pdf>

Singh, J., Rastogi, V & Sharma, R. (2014). Implementation of 5S practices: A review. *Uncertain Supply Chain Management*, 2(3), 155-162. <http://m.growing-science.com/beta/uscm/1548-implementation-of-5s-practices-a-review.html>. ISSN 2291-6830

SUPRIYO, KAUSHIK y BISWAJIT (2021). Strategic planning of optimising productivity: a '5S under lean quality' approach. International Journal of Productivity and Quality Management. India. DOI: 10.1504/IJPQM.2021.111994

Subburaman, K. (2019). A Case study of 5S Implementation in Inspection Process. In *Proceedings of the international conference on industrial engineering and operations management Bangkok, Thailand.*

VALDERRAMA (2014). El desarrollo de la tesis. Descriptiva, comparativa, correlacional, y cuasiexperimental. Ed. San Marcos. Lima, Perú. ISBN 9786123155926

VALDERRAMA y VELASQUEZ (2019) El desarrollo de la tesis. Descriptiva, comparativa, correlacional, y cuasiexperimental. Ed. San Marcos. Lima, Perú. ISBN 9786123155926

VARGAS, H. (2004). Manual de implementación del programa 5S. Santander: Corporación Autónoma Regional de Santander, 2004. ISBN 8468900850.

VARGAS (2020), Propuesta de aplicación del estudio del trabajo para incrementar la productividad en las pruebas de lixiviación en botellas en un laboratorio metalúrgico de una empresa minera. Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú, <https://hdl.handle.net/11537/25229>

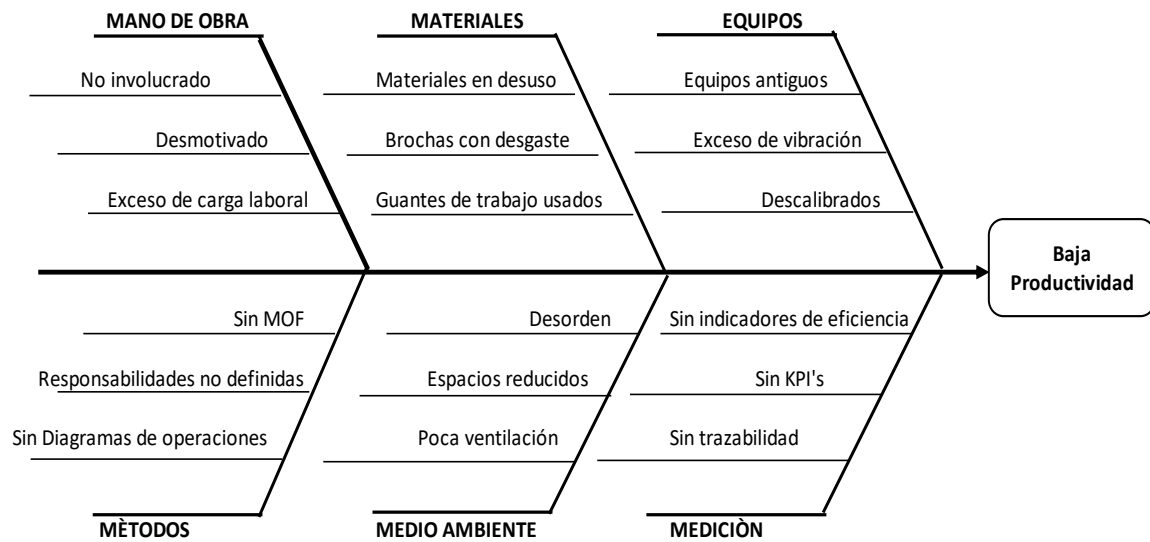
Witt, C. M., Sandoe, K., & Dunlap, J. C. (2018). 5S Your Life: Using an Experiential Approach to Teaching Lean Philosophy. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 16(4), 264-280.

VORKAPIC, COCKALO, ĐORĐEVIC & BESIC (2017). Implementation of 5s tools as a starting point in business process reengineering. *Journal of Engineering Management and Competitiveness*, 7(1), 44-54. Recuperado de: <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/2334-9638/2017/2334-96381701044V.pdf>

<b>Referencia</b>	<b>Idioma</b>	<b>Parcial</b>	<b>Total</b>
<b>Articulo</b>	<b>Español</b>	<b>5</b>	
<b>Articulo</b>	<b>Ingles</b>	<b>19</b>	
<b>Articulo</b>			<b>24</b>
<b>Tesis</b>			<b>10</b>
<b>Libros</b>			<b>16</b>
<b>Webs</b>			<b>3</b>
<b>Total referencias</b>			<b>53</b>

## ANEXOS

### Anexo1: Diagrama de Ishikawa en laboratorio de ensayo.



Fuente: Elaboración propia

### Anexo 2: Lista de causas de baja productividad en laboratorio de ensayos

Código	Causa
C1	No involucrado
C2	Desmotivado
C3	Exceso de carga laboral
C4	Materiales en desuso
C5	Brochas con desgaste
C6	Guantes de trabajo usados
C7	Equipos antiguos
C8	Exceso de vibración
C9	Descalibrados

Código	Causa
C10	Desorden
C11	Espacios reducidos
C12	Poca ventilación
C13	Sin MOF
C14	Responsabilidades no definidas
C15	Sin DOP
C16	Sin indicadores de eficiencia
C17	Sin KPI's
C18	Sin trazabilidad

Fuente: Elaboración propia



### Anexo 3: Matriz de Vester para causas de baja productividad

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	Total	
C1		5	5	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	53
C2	5		5	3	3	3	1	3	1	5	3	3	3	3	3	3	3	3	1	51
C3	5	5		1	1	1	1	1	1	3	1	1	3	3	3	1	1	1	1	33
C4	5	5	5		3	3	3	3	3	3	3	1	5	3	3	3	3	3	3	57
C5	1	3	3	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
C6	1	3	3	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
C7	1	3	3	1	1	1		3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	25
C8	1	1	1	1	1	1	1		3	1	1	1	1	3	1	3	1	1	1	23
C9	1	5	1	1	1	1	3	3		1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	27
C10	5	5	5	3	3	3	3	3	3		5	5	5	5	3	3	3	3	3	65
C11	5	5	5	3	1	1	3	3	3	5		5	3	3	1	3	1	3	3	53
C12	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3		1	1	3	1	1	1	1	23
C13	3	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1		5	3	1	1	1	1	33
C14	3	3	3	1	1	1	1	1	1	3	3	1	3		3	1	1	1	1	31
C15	3	3	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3		1	1	1	1	29
C16	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		3	3	3	25
C17	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		3	3	25
C18	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3		3	25

Fuente: Elaboración propia

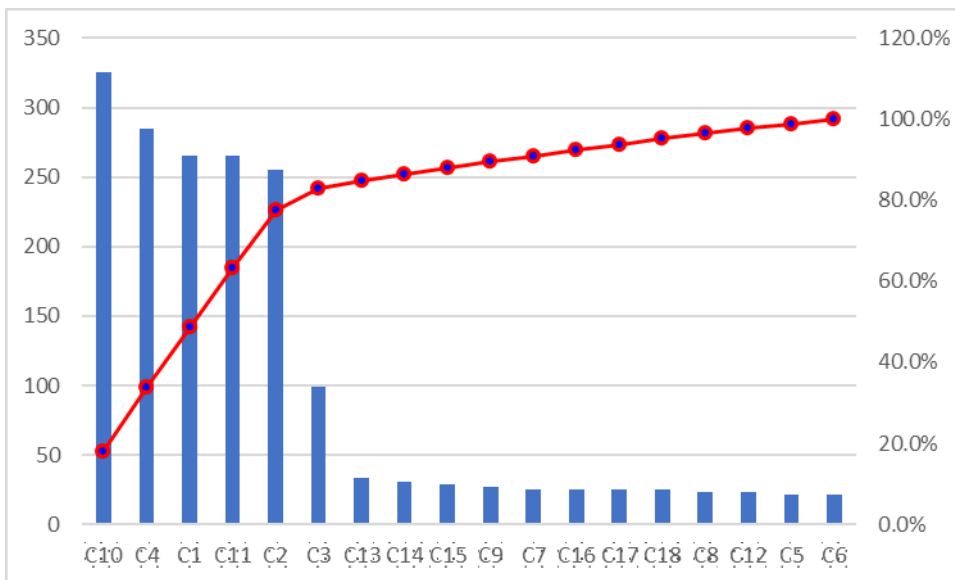
### Anexo 4: Asignación de frecuencias de las causas

Causas que originan baja productividad	Puntaje de Correlación	Frecuencia	Ponderación total
No involucrado	53	5	265
Desmotivado	51	5	255
Exceso de carga laboral	33	3	99
Materiales en desuso	57	5	285
Brochas con desgaste	21	1	21
Guantes de trabajo usados	21	1	21
Equipos antiguos	25	1	25
Exceso de vibración	23	1	23
Descalibrados	27	1	27
Desorden	65	5	325
Espacios reducidos	53	5	265
Poca ventilación	23	1	23
Sin MOF	33	1	33
Responsabilidades no definidas	31	1	31
Sin DOP	29	1	29
Sin indicadores de eficiencia	25	1	25
Sin KPI's	25	1	25
Sin trazabilidad	25	1	25

## Anexo 5: Tabla de frecuencias de causas

Causas que originan baja productividad	Ponderación total	%	Acumulado	%
Desorden	325	0.180355	325	18.0%
Materiales en desuso	285	0.158158	610	33.9%
No involucrado	265	0.147059	875	48.6%
Espacios reducidos	265	0.147059	1140	63.3%
Desmotivado	255	0.141509	1395	77.4%
Exceso de carga laboral	99	0.054939	1494	82.9%
Sin MOF	33	0.018313	1527	84.7%
Responsabilidades no definidas	31	0.017203	1558	86.5%
Sin DOP	29	0.016093	1587	88.1%
Descalibrados	27	0.014983	1614	89.6%
Equipos antiguos	25	0.013873	1639	91.0%
Sin indicadores de eficiencia	25	0.013873	1664	92.3%
Sin KPI's	25	0.013873	1689	93.7%
Sin trazabilidad	25	0.013873	1714	95.1%
Exceso de vibración	23	0.012764	1737	96.4%
Poca ventilación	23	0.012764	1760	97.7%
Brochas con desgaste	21	0.011654	1781	98.8%
Guantes de trabajo usados	21	0.011654	1802	100.0%

## Anexo 6: Diagrama de Pareto de causas:

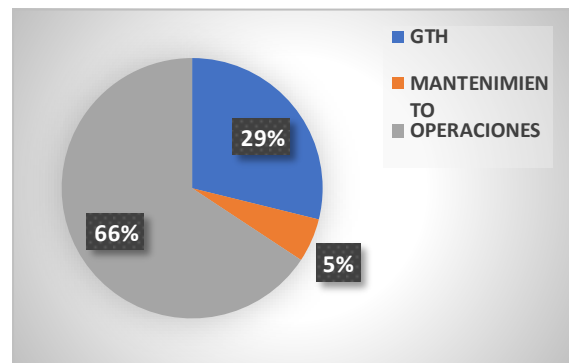


## Anexo 7: Estratificación de causas

Causas que originan baja productividad	Ponderación total	Área
Exceso de carga laboral	99	Operación
Materiales en desuso	285	
Brochas con desgaste	21	
Guantes de trabajo usados	21	
Desorden	325	
Espacios reducidos	265	
Sin MOF	33	
Responsabilidades no definidas	31	
Sin DOP	29	
Sin indicadores de eficiencia	25	
Sin KPI's	25	
Sin trazabilidad	25	
Equipos antiguos	25	
Exceso de vibración	23	
Descalibrados	27	
Poca ventilación	23	
No involucrado	265	Gestión
Desmotivado	255	

## Anexo 8: Estratificación de las causas

Àrea	Peso	%
GTH	520	29%
MANTENIMIENTO	98	5%
OPERACIONES	1184	66%
	<b>1802</b>	100%



## Anexo 9: Matriz de priorización de causas

Áreas	Mano de Obra	Materiales	Maquinarias	Métodos	Medio Amb.	Medición	Criticidad	Total	%	Impacto	Calificación	Prioridad	Medida a tomar
Operaciones	1	3	3	2	3	3	Alto	15	83%	10	150	1	5's
Gestión				1			Bajo	1	6%	1	1	3	Coaching
Mantenimiento	2						Medio	2	11%	5	10	2	Manto. Prevent.
	3	3	3	3	3	3		18	100%				

Fuente: Elaboración propia


## Anexo 10: Matriz de causa solución para baja productividad

Causas	Origen	Solución	Herramienta de Ingeniería Industrial
Desorden	Acumulación de objetos	Ordenar	5's
No involucrado	Entorno de trabajo	Involucrar	
Desmotivado	Entorno de trabajo	Motivar	
Espacios reducidos	Acumulación de objetos	Ordenar	
Materiales en desuso	Acumulación de objetos	Ordenar	

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 11. Formato de juicio de expertos

### Juicio de expertos: Mgtr. Jaime Molina Vilchez

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO								
Certificado de validez de contenido del instrumento que mide								
Instrumento de medición								
N°	DIMENSIONES / ítems	Coherencial		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: 5S</b>							
1	Dimensión 1: Seiri $M = \left( \frac{\text{Objetivos alcanzados}}{\text{Objetivos planificados}} \right) \times 100$	X		X		X		
2	Dimensión 2: Seiton $M = \left( \frac{\text{Objetivos alcanzados}}{\text{Objetivos planificados}} \right) \times 100$	X		X		X		
3	Dimensión 3: Seiso $M = \left( \frac{\text{Objetivos alcanzados}}{\text{Objetivos planificados}} \right) \times 100$	X		X		X		
4	Dimensión 4: Seiketsu $M = \left( \frac{\text{Objetivos alcanzados}}{\text{Objetivos planificados}} \right) \times 100$	X		X		X		
5	Dimensión 5: Shitsuke $M = \left( \frac{\text{Objetivos alcanzados}}{\text{Objetivos planificados}} \right) \times 100$	X		X		X		
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD</b>							
6	Dimensión 1: Eficiencia $\text{Eficiencia} = \frac{\text{Horas hombre trabajadas}}{\text{Horas hombre programadas}}$	X		X		X		
7	Dimensión 2: Eficacia $\text{Eficacia} = \frac{\text{Ensayos ejecutados}}{\text{Ensayos programados}}$	X		X		X		

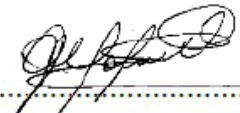
Observaciones (precisar si hay suficiencia): HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ X ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador: Molina Vilchez, Jaime Enrique DNI: 06019540

Especialidad del validador: Ingeniero industrial CIP 100497

Lima, 01 de julio. 2021

  
 .....  
**Firma y Nombre del experto**

<sup>1</sup> Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo  
<sup>2</sup> Relevancia: El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup> Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

## Juicio de expertos: Dr. Jorge Rafael Diaz Dumont



### Certificado de validez de contenido del instrumento que mide

#### Instrumento de medición

N°	DIMENSIONES / items	Coherencial		Relevancia <sup>1</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: 5S</b>							
1	Dimensión 1: Seiri $M = \left( \frac{\text{Objetivos alcanzados}}{\text{Objetivos planificados}} \right) \times 100\%$	X		X		X		
2	Dimensión 2: Seiton $M = \left( \frac{\text{Objetivos alcanzados}}{\text{Objetivos planificados}} \right) \times 100\%$	X		X		X		
3	Dimensión 3: Seiso $M = \left( \frac{\text{Objetivos alcanzados}}{\text{Objetivos planificados}} \right) \times 100\%$	X		X		X		
4	Dimensión 4: Seiketsu $M = \left( \frac{\text{Objetivos alcanzados}}{\text{Objetivos planificados}} \right) \times 100\%$	X		X		X		
5	Dimensión 5: Shitsuke $M = \left( \frac{\text{Objetivos alcanzados}}{\text{Objetivos planificados}} \right) \times 100\%$	X		X		X		
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD</b>							
6	Dimensión 1: Eficiencia $Eficiencia = \frac{\text{Horas hombre trabajadas}}{\text{Horas hombre programadas}}$	X		X		X		
7	Dimensión 2: Eficacia $Eficacia = \frac{\text{Ensayos ejecutados}}{\text{Ensayos programados}}$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ X ]    Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr.: **Jorge Rafael Diaz Dumont**    DNI: **08698815**

Especialidad del validador: **Ingeniero Industrial**    **25 de julio de 2021**

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Dr. Jorge Rafael Diaz Dumont (PhD)  
INVESTIGADOR CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO  
SINACYT - REGISTRO REGINA 19807

## Juicio de expertos: Mgtr. Gustavo Montoya Cárdenas



### Certificado de validez de contenido del instrumento que mide

#### Instrumento de medición

N°	DIMENSIONES / ítems	Coherencial		Relevancia <sup>1</sup>		Claridad <sup>2</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: SS</b>							
1	Dimensión 1: Seiri $M = \left( \frac{\text{Objetivos alcanzados}}{\text{Objetivos planificados}} \right) \times 100\%$	X		X		X		
2	Dimensión 2: Seiton $M = \left( \frac{\text{Objetivos alcanzados}}{\text{Objetivos planificados}} \right) \times 100\%$	X		X		X		
3	Dimensión 3: Seiso $M = \left( \frac{\text{Objetivos alcanzados}}{\text{Objetivos planificados}} \right) \times 100\%$	X		X		X		
4	Dimensión 4: Seiketsu $M = \left( \frac{\text{Objetivos alcanzados}}{\text{Objetivos planificados}} \right) \times 100\%$	X		X		X		
5	Dimensión 5: Shitsuko $M = \left( \frac{\text{Objetivos alcanzados}}{\text{Objetivos planificados}} \right) \times 100\%$	X		X		X		
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD</b>							
6	Dimensión 1: Eficiencia $Eficiencia = \frac{\text{Horas hombre trabajadas}}{\text{Horas hombre programadas}}$	X		X		X		
7	Dimensión 2: Eficacia $Eficacia = \frac{\text{Ensayos ejecutados}}{\text{Ensayos programados}}$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ X ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador: Mg. Montoya Cárdenas, Gustavo Adolfo DNI: 07500140

Especialidad del validador: Ingeniero industrial

Lima, 26 de julio del 2021

Firma y Nombre del experto

<sup>1</sup> Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo  
<sup>2</sup> Relevancia: El ítem es esencial o importante, para representar el componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup> Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

## Anexo 13: Formatos de auditoría 5's

	<b>Auditoria 5's</b>	Codigo: Auditoria
		Versión: V01 05.02.21
		Pag.

ITEM A EVALUAR	Valor asignado				
	1	2	3	4	5
<b>CLASIFICAR</b>					
¿Los muebles, armarios y estantes estan debidamente identificados?					
¿Los equipos y instrumentos estan identificados ?					
¿Los materiales, utiles y herramientas estan identificados?					
¿Hay presencia de objetos no identificados e innecesarios ?					
<b>Puntaje total de clasificar</b>					
<b>ORDENAR</b>					
¿Los muebles, armarios y estantes estan en la ubicaciòn correcta?					
¿Los equipos e instrumentos estan en la ubicaciòn correcta?					
¿Los materiales, utiles y herramientas estan en la ubicaciòn correcta?					
¿Hay objetos fuera de su lugar?					
<b>Puntaje total de ordenar</b>					
<b>LIMPIAR</b>					
¿Los pisos, paredes, techo y ventanas estan limpios?					
¿Los muebles, armarios, estantes estan limpios?					
¿Los equipos e instrumentos estan limpios?					
¿Los utiles y herramientas estan limpios?					
<b>Puntaje total de limpiar</b>					
<b>ESTANDARIZAR</b>					
Se aplican las tres primeras "S"					
Se siguen los estandares establecidos					
Hay programas de mejoras y se aplican					
Se practica el control visual					
<b>Puntaje total de estandarizar</b>					
<b>MANTENER DISCIPLINA</b>					
Se aplican las cuatro primeras "S"					
Se cumple los programas de 5's establecidos					
El personal esta debidamente uniformado					
Se cumple los reglamentos internos de trabajo					
<b>Puntaje total de mantener de disciplina</b>					
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					



## Anexo 14: Matriz de calificación para las auditorias de 5's.

ITEM	Matriz de calificación para Clasificar					Codigo: CC- MCC-01
						Versión: V01 05.02.21
						Pag.
	1	2	3	4	5	
¿Los muebles, armarios y estantes están debidamente identificados?	El 100% de los muebles, armarios y estantes no están debidamente identificados	El 25% de los muebles, armarios y estantes están debidamente identificados	El 50% de los muebles, armarios y estantes están debidamente identificados	El 75% de los muebles, armarios y estantes están debidamente identificados	El 100% de los muebles, armarios y estantes están debidamente identificados	
¿Los equipos y instrumentos están identificados ?	El 100% de los equipos y instrumentos no están identificados	El 25 % de los equipos y instrumentos están identificados	El 50 % de los equipos y instrumentos están identificados	El 75 % de los equipos y instrumentos están identificados	El 100 % de los equipos y instrumentos están identificados	
¿Los materiales, útiles y herramientas están identificados?	El 10% de los materiales, útiles y herramientas no están identificados	El 25% de los materiales, útiles y herramientas están identificados	El 50% de los materiales, útiles y herramientas están identificados	El 75% de los materiales, útiles y herramientas están identificados	El 100% de los materiales, útiles y herramientas están identificados	
¿Hay presencia de objetos no identificados e innecesarios ?	Hay presencia de objetos necesarios					No hay presencia de objetos innecesarios

ITEM	Matriz de calificación para Organizar					Codigo: CC- MCO-01
						Versión: V01 05.02.21
						Pag.
	1	2	3	4	5	
¿Los muebles, armarios y estantes estan en la ubicaciòn correcta?	Todos los muebles, armarios y estantes estàn fuera de lugar	EL 25% de los muebles, armarios y estantes estan en su lugar	EL 50% de los muebles, armarios y estantes estan en su lugar	EL 75% de los muebles, armarios y estantes estan en su lugar	Todos los muebles, armarios y estantes estàn ubicados correctamente	
¿Los equipos e instrumentos estan en la ubicaciòn correcta?	Todos los equipos e instrumentos estàn fuera de lugar	EL 25% de los equipos e instrumentos estàn en su lugar	EL 50% de los equipos e instrumentos estàn en su lugar	EL 75% de los equipos e instrumentos estàn en su lugar	Todos los equipos e instrumentos estàn en su lugar	
¿Los materiales, utiles y herramientas estan en la ubicaciòn correcta?	Todos los materiales, utiles y herramientas estàn fuera de lugar	EL 25% de los materiales, utiles y herramientas estàn en su lugar	EL 50% de los materiales, utiles y herramientas estàn en su lugar	EL 75% de los materiales, utiles y herramientas estàn en su lugar	Todos los equipos e instrumentos estàn en su lugar	
¿Hay objetos fuera de su lugar?	Si hay objetos fuera de lugar		Hay algunos objetos fuera de lugar			No hay objetos fuera de lugar

	<b>Matriz de calificación para Limpiar</b>					Código: CC- MCL-01 Versión: V01 05.02.21 Pág.
<b>ITEM</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
¿Los pisos, paredes, techo y ventanas están limpios?	Los pisos, paredes, techo y ventanas no están limpios	El 25% de los pisos, paredes, techo y ventanas están limpios?	El 50% de los pisos, paredes, techo y ventanas están limpios?	El 75% de los pisos, paredes, techo y ventanas están limpios?	El 100% de los pisos, paredes, techo y ventanas están limpios?	
¿Los muebles, armarios, estantes están limpios?	Los muebles, armarios, estantes no están limpios	El 25% de os muebles, armarios, estantes están limpios	El 50% de os muebles, armarios, estantes están limpios	El 75% de os muebles, armarios, estantes están limpios	El 100% de os muebles, armarios, estantes están limpios	
¿Los equipos e instrumentos están limpios?	Los equipos e instrumentos no están limpios	El 25% de los equipos e instrumentos están limpios	El 50% de los equipos e instrumentos están limpios	El 75% de los equipos e instrumentos están limpios	El 100% de los equipos e instrumentos están limpios	
¿Los útiles y herramientas están limpios?	Los útiles y herramientas no están limpios	El 25% de los útiles y herramientas no están limpios	El 50% de los útiles y herramientas no están limpios	El 75% de los útiles y herramientas no están limpios	El 100% de los útiles y herramientas no están limpios	

	<b>Matriz de calificación para Estandarizar</b>					Código: CC- MCE-01 Versión: V01 05.02.21 Pág.
<b>ITEM</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
Se aplican las tres primeras "S"	No se aplican	Se aplican al 25%	Se aplican al 50%	Se aplican al 75%	Se aplican al 100%	
Se siguen los estandares establecidos	No se aplican	Se aplican al 25%	Se aplican al 50%	Se aplican al 75%	Se aplican al 100%	
Hay programas de mejoras y se aplican	No se aplican	Se aplican al 25%	Se aplican al 50%	Se aplican al 75%	Se aplican al 100%	
Se practica el control visual	No se aplican	Se aplican al 25%	Se aplican al 50%	Se aplican al 75%	Se aplican al 100%	

	<b>Matriz de calificación para Disciplina</b>					Código: CC- MCD-01 Versión: V01 05.02.21 Pág.
<b>ITEM</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
Se aplican las cuatro primeras "S"	No se aplican	Se aplican al 25%	Se aplican al 50%	Se aplican al 75%	Se aplican al 100%	
Se cumple los programas de 5's establecidos	No se cumplen	Se cumplen al 25%	Se cumplen al 50%	Se cumplen al 75%	Se cumplen al 100%	
El personal esta debidamente uniformado	No se aplican	Se aplican al 25%	Se aplican al 50%	Se aplican al 75%	Se aplican al 100%	
Se cumple los reglamentos internos de trabajo	No se cumplen	Se cumplen al 25%	Se cumplen al 50%	Se cumplen al 75%	Se cumplen al 100%	

## Anexo 15: Resultados de Primera Auditoria 5's

ITEM A EVALUAR	Valor asignado				
	1	2	3	4	5
	<b>Auditoria 5's</b>				
Codigo: Auditoria					
Versión: V01 05.02.21					
Pag.					
<b>CLASIFICAR</b>					
¿Los muebles, armarios y estantes están debidamente identificados?				4	
¿Los equipos y instrumentos están identificados ?				4	
¿Los materiales, útiles y herramientas están identificados?				4	
¿Hay presencia de objetos no identificados e innecesarios ?				4	
<b>Puntaje total de clasificar</b>	<b>16</b>				
<b>ORDENAR</b>					
¿Los muebles, armarios y estantes están en la ubicación correcta?				4	
¿Los equipos e instrumentos están en la ubicación correcta?				4	
¿Los materiales, útiles y herramientas están en la ubicación correcta?				4	
¿Hay objetos fuera de su lugar?				4	
<b>Puntaje total de ordenar</b>	<b>16</b>				
<b>LIMPIAR</b>					
¿Los pisos, paredes, techo y ventanas están limpios?			3		
¿Los muebles, armarios, estantes están limpios?				4	
¿Los equipos e instrumentos están limpios?				4	
¿Los útiles y herramientas están limpios?				4	
<b>Puntaje total de limpiar</b>	<b>15</b>				
<b>ESTANDARIZAR</b>					
Se aplican las tres primeras "S"				4	
Se siguen los estándares establecidos				4	
Hay programas de mejoras y se aplican				4	
Se practica el control visual				4	
<b>Puntaje total de estandarizar</b>	<b>16</b>				
<b>MANTENER DISCIPLINA</b>					
Se aplican las cuatro primeras "S"				4	
Se cumple los programas de 5's establecidos				4	
El personal esta debidamente uniformado					5
Se cumple los reglamentos internos de trabajo				4	
<b>Puntaje total de mantener de disciplina</b>	<b>17</b>				
<b>PUNTAJE TOTAL</b>	<b>80</b>				