

UNIVERSIDAD
CIENTÍFICA
DEL SUR



FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
CARRERA DE INGENIERIA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN
Y GESTION

“METODOLOGÍA PARA OPTIMIZAR EL CONSUMO DE
ACEROS DE PERFORACIÓN UTILIZADOS EN JUMBOS”

Trabajo profesional para optar el título de
Ingeniero de Sistemas de Información
“Tesis Aplicada”

Presentado por:
Álex César Picón Berrocal

LIMA – PERU
2014

INDICE

| | |
|-------------------------------|------|
| Carátula | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice | iv |
| Índice de Tablas | viii |
| Índice de Figuras | ix |
| Índice de Anexos | x |
| Glosario | xi |
| Símbolos y Abreviaturas | xii |
| Resumen..... | xiii |
| Abstract | xiv |

INTRODUCCION..... 1

CAPITULO I – COSTOS OPERATIVOS, EL RETO DE LAS EMPRESAS..... 3

| | |
|--|---|
| 1.1. Escenario del Mercado Peruano | 3 |
| 1.2. Reducción de costos operativos en Perú y Chile..... | 6 |
| 1.3. Formulación del Problema..... | 8 |
| 1.3.1 Descripción del problema | 8 |
| 1.3.2 Planteamiento del problema..... | 8 |
| 1.4. Justificación | 9 |
| 1.5. Objetivos..... | 9 |
| 1.5.1 Objetivo general..... | 9 |
| 1.5.2 Objetivos específicos..... | 9 |

CAPITULO II – PERFORACIÓN SUBTERRÁNEA Y SISTEMA DE INFORMACIÓN..... 10

| | |
|--|----|
| 2.1. Equipamiento requerido para la Perforación Subterránea..... | 10 |
| 2.1.1 Equipo de perforación..... | 10 |
| 2.1.2 Aceros de perforación..... | 12 |
| 2.1.3 Equipo para afilado de brocas..... | 14 |
| 2.2. Sistema de Gestión de Información..... | 16 |
| 2.2.1 Elementos del sistema de información..... | 16 |
| 2.3. Desarrollo de Software..... | 17 |
| 2.3.1 Uso de software libre..... | 17 |
| 2.3.2 Metodologías para el desarrollo de software..... | 18 |
| 2.3.3. Herramientas de desarrollo de software..... | 20 |
| 2.3.4 Entorno de desarrollo..... | 23 |
| 2.3.5 Lenguaje de programación:..... | 25 |
| 2.3.6 Motor de base de datos:..... | 27 |
| 2.3.7 Base de datos:..... | 29 |

| | |
|--|-----------|
| CAPITULO III – MARCO NORMATIVO..... | 30 |
| 3.1. Salud y seguridad minera..... | 30 |
| 3.2. Disposición de residuos..... | 31 |
| 3.3. Guía para la Gestión de Proyectos..... | 31 |
| 3.4. Guía para el Desarrollo de Software..... | 33 |
| CAPITULO IV – RECURSOS, EQUIPOS Y METODOS | 34 |
| 4.1. Recursos y Materiales Empleados..... | 34 |
| 4.1.1 Trabajos en obra..... | 34 |
| 4.1.2 Trabajos de gabinete (Oficina)..... | 34 |
| 4.2. Descripción del Plan de Trabajo..... | 35 |
| 4.2.1. Revisión de la documentación en campo..... | 35 |
| 4.2.2. Revisión de incidencias y costos..... | 36 |
| 4.2.3. Seguimiento a los trabajos de perforación y control de aceros..... | 37 |
| 4.2.4. Formulación del informe de diagnóstico..... | 38 |
| 4.2.5. Formulación de nuevos estándares y procedimientos de trabajo..... | 38 |
| 4.2.6. Capacitación al personal..... | 38 |
| 4.2.7. Desarrollo del aplicativo SISCAP..... | 38 |
| 4.2.8. Análisis de rendimientos y costos..... | 39 |
| CAPITULO V – RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACION..... | 40 |
| 5.1. Diagnostico de la Situación Encontrada..... | 40 |
| 5.2. Análisis de la Problemática Identificada..... | 42 |
| 5.2.1 Factores económicos..... | 42 |
| 5.2.2 Factores de políticas / procedimientos..... | 42 |
| 5.2.3 Factores de RR.HH..... | 42 |
| 5.2.4 Factores de Gestión / Dirección..... | 42 |
| 5.3. Planeamiento del Proyecto SISCAP..... | 42 |
| 5.3.1. Cálculo del tamaño del software..... | 42 |
| 5.3.2. Cálculo del esfuerzo (RR.HH)..... | 44 |
| 5.3.3. Cálculo del tiempo..... | 45 |
| 5.3.4. Project charter..... | 46 |
| 5.3.5. Definición del alcance..... | 48 |
| 5.3.6. Matriz de rastreabilidad de requisitos..... | 49 |
| 5.3.7. Relevamiento de información..... | 49 |
| 5.3.8. Descomposición del trabajo (WBS)..... | 50 |
| 5.3.9. Cronograma GANTT del Proyecto..... | 50 |
| 5.3.10. Plan de comunicaciones..... | 51 |
| 5.4. Diseño Conceptual SISCAP..... | 51 |
| 5.4.1. Diagrama de contexto..... | 51 |

| | | |
|---|--|-----------|
| 5.4.2. | Diagrama de registro de perforaciones..... | 52 |
| 5.4.3. | Diagrama registro de log..... | 52 |
| 5.5. | Diseño Lógico SISCAP..... | 53 |
| 5.5.1. | Diagrama de casos de uso..... | 53 |
| 5.5.2. | Diagrama de clases..... | 53 |
| 5.5.3. | Diagrama de actividades..... | 54 |
| 5.5.4. | Diccionario de datos..... | 54 |
| 5.5.5. | Diseño de la base de datos..... | 58 |
| 5.6. | Prototipos SISCAP..... | 59 |
| 5.6.1. | Ventana de logeo..... | 59 |
| 5.6.2. | Ventana principal..... | 59 |
| 5.6.3. | Ventana registro de jumbo..... | 61 |
| 5.6.4. | Ventana registro de labores..... | 63 |
| 5.6.5. | Ventana registro de perforaciones..... | 64 |
| 5.6.6. | Ventana registro de aceros..... | 66 |
| 5.6.7. | Listado de aceros..... | 67 |
| 5.7. | Instalación SISCAP..... | 68 |
| 5.7.1. | Requisitos del sistema..... | 68 |
| 5.7.2. | Paso 1: Descargar JAVA..... | 69 |
| 5.7.3. | Paso 2: Descargar WampServer..... | 70 |
| 5.7.4. | Paso 3: copiar db siscap..... | 74 |
| 5.7.5. | Paso 4: copiar archivos del sistema..... | 75 |
| 5.8. | Manual de Gestión de Aceros..... | 76 |
| 5.8.1. | Objeto..... | 76 |
| 5.8.2. | Campo de aplicación..... | 77 |
| 5.8.3. | Marco normativo..... | 77 |
| 5.8.4. | Definiciones..... | 77 |
| 5.8.5. | Responsabilidades..... | 78 |
| 5.8.6. | Procedimiento de afilado de brocas..... | 79 |
| CAPITULO VI – FORMULACIÓN Y EVALUACION DEL PROYECTO..... | | 82 |
| 6.1. | Identificando el tipo de Negocio..... | 82 |
| 6.2. | Planeamiento estratégico del Proyecto..... | 83 |
| 6.2.1 | Estudio del mercado..... | 83 |
| 6.2.2 | Análisis del entorno..... | 83 |
| 6.2.3 | Listado de Oportunidades y amenazas del entorno..... | 84 |
| 6.2.4 | Matriz de Evaluación de Factores Externos (EFE)..... | 84 |
| 6.3. | Estructura y Determinación del Mercado..... | 85 |
| 6.3.1 | La actividad minera en el Perú..... | 85 |
| 6.3.2 | Aumento del registro de empresas especializadas..... | 86 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 6.3.3 | Establecimiento de Empresas Españolas en el Perú..... | 86 |
| 6.4. | Demanda y Oferta Potencial..... | 87 |
| 6.4.1 | Mercado nacional..... | 87 |
| 6.4.2 | Estudio del mercado interno..... | 88 |
| 6.5. | Estrategia Comercial..... | 89 |
| 6.5.1. | Antecedentes generales..... | 89 |
| 6.5.2. | Identificación de los clientes..... | 90 |
| 6.5.3. | Justificación del proyecto..... | 91 |
| 6.5.4. | Valoración y aceptación del producto..... | 91 |
| 6.5.5. | Análisis de la competencia – Benchmarking..... | 94 |
| 6.6. | Estimación y proyección de la venta interna..... | 95 |
| 6.7. | Proyección Mensual de la Venta Interna..... | 96 |
| 6.8. | Proyección Anual de la Venta Interna..... | 96 |
| 6.9. | Estimación de los costos de Inversión..... | 97 |
| 6.9.1. | Inversión en el Recurso Humano..... | 97 |
| 6.9.2. | Inversión en Alquileres y Servicios..... | 97 |
| 6.9.3. | Inversión en Activos Tangibles..... | 98 |
| 6.9.4. | Inversión en Activos Intangibles..... | 98 |
| 6.10. | Estimación de costos varios..... | 99 |
| 6.10.1. | Pólizas, Seguros..... | 99 |
| 6.10.2. | Costos Bancarios..... | 99 |
| 6.11. | Estimación Total de Inversión para el Proyecto..... | 100 |
| 6.12. | Estimación del flujo de inversión..... | 100 |
| 6.12.1. | Gastos para el desarrollo de la metodología..... | 100 |
| 6.12.2. | Gastos para el desarrollo del aplicativo SISCAP..... | 101 |
| 6.12.3. | Gastos para análisis de resultados..... | 102 |
| 6.12.4. | Gastos generales..... | 103 |
| 6.13. | Decisiones de localización..... | 103 |
| 6.13.1. | Ubicación de la oficina del proyecto..... | 104 |
| 6.13.2. | Layout de la oficina del proyecto..... | 106 |
| 6.14. | Estimación de los costos y gastos de producción..... | 106 |
| 6.14.1. | Personal de soporte..... | 106 |
| 6.14.2. | Gastos por servicios..... | 107 |
| 6.14.3. | Gastos operativos..... | 108 |
| 6.14.4. | Gastos por licencias..... | 108 |
| 6.14.5. | Gastos visita a obra..... | 108 |
| 6.14.6. | Gastos por capacitaciones..... | 109 |
| 6.15. | El Capital Humano..... | 109 |
| 6.15.1. | Funciones del RR.HH..... | 109 |
| 6.15.2. | Requisitos para el RR.HH..... | 110 |

| | | |
|---|--|------------|
| 6.16. | La Estructura Organizacional..... | 111 |
| 6.16.1. | Antecedentes..... | 111 |
| 6.16.2. | Servicios Ofrecidos..... | 111 |
| 6.16.3. | Objetivos..... | 112 |
| 6.16.4. | Estrategias..... | 112 |
| 6.16.5. | Organigrama propuesto..... | 112 |
| 6.16.6. | Organigrama SISCAP..... | 113 |
| 6.17. | Determinación del Costo de Capital..... | 113 |
| 6.17.1. | Determinación de la estructura del capital..... | 114 |
| 6.17.2. | Cálculo del costo de capital (WACC)..... | 114 |
| 6.18. | Riesgos del Proyecto..... | 116 |
| 6.18.1. | Identificación del riesgo..... | 116 |
| 6.18.2. | Valoración del riesgo..... | 118 |
| 6.18.3. | Respuesta al riesgo..... | 120 |
| 6.19. | Evaluación Financiera del Proyecto..... | 121 |
| 6.19.1. | Cálculo del flujo de caja proyectado..... | 121 |
| 6.19.2. | Flujo proyectado del IGV..... | 122 |
| 6.19.3. | Cálculo de VAN o VPN del proyecto..... | 123 |
| 6.19.4. | Cálculo de la tasa interna de retorno..... | 124 |
| 6.19.5. | Cálculo del PAYBACK descontado del proyecto..... | 124 |
| 6.19.6. | Indicadores económicos financieros..... | 124 |
| 6.19.7. | Estado de Ganancias y Pérdidas Proyectadas..... | 125 |
| 6.19.8. | Cálculo del valor de rescate..... | 126 |
| 6.19.9. | Determinar el punto de equilibrio..... | 127 |
| 6.20. | Financiamiento del Proyecto..... | 128 |
| 6.20.1. | Fuentes alternativas de financiamiento..... | 129 |
| CAPITULO VII - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | | 130 |
| 6.1. | Conclusiones..... | 130 |
| 6.2. | Recomendaciones..... | 131 |
| REFERENCIAS..... | | 132 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| TABLA 1. Equipo utilizados durante los trabajos en obra..... | 34 |
| TABLA 2. Equipo utilizado en la oficina del proyecto..... | 35 |
| TABLA 3. RR.HH empleado en el Proyecto..... | 35 |
| TABLA 4. Cálculo de incidencias y rendimiento de los aceros..... | 36 |
| TABLA 5. Incidencia y costo de los aceros asignados a la obra..... | 37 |
| TABLA 6. Conteo de los puntos de función..... | 43 |
| TABLA 7. Valores de ajuste de complejidad..... | 43 |
| TABLA 8. Cálculo de los puntos de función..... | 44 |
| TABLA 9. Cálculo de las líneas de código..... | 44 |
| TABLA 10. Factores de ajuste del esfuerzo..... | 45 |
| TABLA 11. Ajuste al modelo..... | 45 |
| TABLA 12. Project charter..... | 47 |
| TABLA 13. Definición del alcance..... | 48 |
| TABLA 14. Matriz de rastreabilidad de requisitos..... | 49 |
| TABLA 15. Relevamiento de información..... | 49 |
| TABLA 16. Plan de comunicaciones..... | 51 |
| TABLA 17. Diccionario de datos..... | 58 |
| TABLA 18. Matriz de responsabilidades..... | 78 |
| TABLA 19. Análisis del contexto..... | 84 |
| TABLA 20. Listado de oportunidades y amenazas del contexto..... | 84 |
| TABLA 21. Matriz de evaluación de factores externos..... | 85 |
| TABLA 22. Determinación del tamaño de la muestra..... | 87 |
| TABLA 23. Ejecución de obras para el periodo 2015 - 2016..... | 88 |
| TABLA 24. Ejecución de obras para el periodo 2017..... | 88 |
| TABLA 25. Formulario de Encuesta, satisfacción del cliente..... | 94 |
| TABLA 26. Escala Valorativa, satisfacción del cliente..... | 94 |
| TABLA 27. Cálculo del costo por el consumo de aceros..... | 95 |
| TABLA 28. Cálculo de la venta interna mensual..... | 96 |
| TABLA 29. Inversión en RR.HH..... | 97 |
| TABLA 30. Inversión en alquileres y servicios..... | 98 |
| TABLA 31. Inversión en activos tangibles..... | 98 |
| TABLA 32. Inversión en activos intangibles..... | 99 |
| TABLA 33. Costos en pólizas, seguros..... | 99 |
| TABLA 34. Costos bancarios..... | 99 |
| TABLA 35. Inversión total para el proyecto..... | 100 |
| TABLA 36. Gastos para el desarrollo de la metodología..... | 101 |
| TABLA 37. Gastos para el desarrollo del aplicativo SISCAP..... | 102 |
| TABLA 38. Gastos para análisis de resultados..... | 102 |
| TABLA 39. Gastos generales..... | 103 |
| TABLA 40. Cálculo de incidencia del RR.HH de sistemas..... | 107 |
| TABLA 41. Gasto del pago de planilla de producción..... | 107 |
| TABLA 42. Gastos por alquiler de oficina y servicios básicos..... | 108 |
| TABLA 43. Gastos operativos..... | 108 |
| TABLA 44. Gastos por licencias..... | 108 |

| | |
|--|-----|
| TABLA 45. Gastos visita a obra | 109 |
| TABLA 46. Gastos por capacitaciones | 109 |
| TABLA 47. Responsabilidades del RR.HH. | 110 |
| TABLA 48. Requisitos del RR.HH. | 110 |
| TABLA 49. Pasivos de la empresa | 114 |
| TABLA 50. Patrimonio de la empresa | 114 |
| TABLA 51. Cálculo del costo de capital. | 115 |
| TABLA 52. Factores de riesgo identificados. | 117 |
| TABLA 53. Consecuencias a los factores de riesgo. | 118 |
| TABLA 54. Valoración del riesgo | 119 |
| TABLA 55. Respuesta al riesgo. | 120 |
| TABLA 56. Leyenda para responsables. | 121 |
| TABLA 57. Flujo de caja proyectado. | 122 |
| TABLA 58. Flujo proyectado del IGV | 123 |
| TABLA 59. Cálculo del VAN o VPN del proyecto. | 123 |
| TABLA 60. Indicadores del proyecto | 124 |
| TABLA 61. Payback descontado del proyecto. | 124 |
| TABLA 62. Indicadores económicos. | 125 |
| TABLA 63. Indicadores financieros. | 125 |
| TABLA 64. Estado de GG y PP proyectado. | 126 |
| TABLA 65. Valor de rescate SISCAP. | 127 |
| TABLA 66. Punto de equilibrio. | 128 |
| TABLA 67. Financiamiento del proyecto. | 128 |

INDICE DE GRAFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1. Inversión extranjera por país de origen - Dic.2013..... | 4 |
| Gráfico 2. Inversión extranjera por sector económico - Dic.2013 | 4 |
| Gráfico 3. Empresas españolas establecidas en el Perú..... | 5 |
| Gráfico 4. Factores que originan los sobrecostos en los aceros | 8 |
| Gráfico 5. Jumbo electrohidráulico..... | 10 |
| Gráfico 6. Parámetros de perforación..... | 11 |
| Gráfico 7. Martillo hidráulico..... | 11 |
| Gráfico 8. Shank Adapter..... | 12 |
| Gráfico 9. Coupling..... | 12 |
| Gráfico 10. Barra..... | 13 |
| Gráfico 11. Broca..... | 13 |
| Gráfico 12. Broca rimadora..... | 14 |
| Gráfico 13. Diagrama de acoplamiento del tren de varillaje..... | 14 |
| Gráfico 14. Máquina para el afilado de brocas..... | 15 |
| Gráfico 15. Copa de afilado..... | 15 |
| Gráfico 16. Elementos del sistema de información..... | 17 |
| Gráfico 17. Concepto de la POO..... | 19 |
| Gráfico 18. Logo de StarUML..... | 21 |
| Gráfico 19. Interfaz de StarUML..... | 23 |
| Gráfico 20. Logo IDE Eclipse..... | 23 |
| Gráfico 21. Interfaz IDE Eclipse..... | 25 |
| Gráfico 22. Logo JAVA..... | 25 |
| Gráfico 23. Logo phpMyAdmin..... | 27 |
| Gráfico 24. Interfaz phpMyAdmin..... | 28 |
| Gráfico 25. Logo MySQL..... | 29 |
| Gráfico 26. Análisis de la problemática identificada..... | 41 |
| Gráfico 27. WBS SISCAP..... | 50 |
| Gráfico 28. Diagrama de contexto..... | 51 |
| Gráfico 29. Diagrama registro de perforaciones..... | 52 |
| Gráfico 30. Diagrama registro de log..... | 52 |
| Gráfico 31. Diagrama de casos de uso..... | 53 |
| Gráfico 32. Diagrama de clases..... | 53 |
| Gráfico 33. Diagrama de actividades..... | 54 |
| Gráfico 34. Diseño de la BD..... | 58 |
| Gráfico 35. Ventana de logeo..... | 59 |
| Gráfico 36. Ventana principal..... | 60 |
| Gráfico 37. Ventana registro de jumbo..... | 61 |
| Gráfico 38. Ventana registro de labores..... | 63 |
| Gráfico 39. Ventana registro de perforaciones..... | 64 |
| Gráfico 40. Ventana registro de aceros..... | 66 |
| Gráfico 41. Reporte de aceros..... | 68 |
| Gráfico 42. Instalación de JAVA..... | 69 |
| Gráfico 43. Confirmación de JAVA..... | 70 |
| Gráfico 44. Instalar WampServer..... | 70 |

| | |
|---|-----|
| Gráfico 45. Ejecutar instalación WampServer..... | 71 |
| Gráfico 46. Confirmar instalación WampServer..... | 71 |
| Gráfico 47. Carpeta instalación WampServer..... | 72 |
| Gráfico 48. Confirmar servidor SMTP..... | 72 |
| Gráfico 49. Mensaje de confirmación WampServer..... | 73 |
| Gráfico 50. Creación de icono WampServer..... | 73 |
| Gráfico 51. Detener servicios WampServer..... | 74 |
| Gráfico 52. Reiniciar servicios WampServer..... | 74 |
| Gráfico 53. Diseño físico de la bd SISCAP..... | 75 |
| Gráfico 54. Detalle carpeta SISCAP..... | 76 |
| Gráfico 55. Evolución de las ventas IESA S.A..... | 89 |
| Gráfico 56. Evaluación FODA al proyecto..... | 90 |
| Gráfico 57. Plano de ubicación..... | 104 |
| Gráfico 58. Fachada de ingreso..... | 104 |
| Gráfico 59. Plano de distribución general..... | 105 |
| Gráfico 60. Ubicación oficina del proyecto..... | 105 |
| Gráfico 61. Layout oficina del proyecto..... | 106 |
| Gráfico 62. Grupo Maquinarias..... | 111 |
| Gráfico 63. Organigrama propuesto..... | 113 |
| Gráfico 64. Organigrama SISCAP..... | 113 |
| Gráfico 65. Categoría de riesgos SISCAP..... | 116 |
| Gráfico 66. Tabla para valoración del riesgo..... | 119 |

INDICE DE ANEXOS

- Anexo 1: "Cálculo de la venta interna"
- Anexo 2: "Cálculo de los puntos de función"
- Anexo 3: "Cálculo del esfuerzo en puntos de función"
- Anexo 4: "Cronograma GANTT"
- Anexo 5: "Planilla de sueldos"
- Anexo 6: "Presupuesto del proyecto"
- Anexo 7: "Flujo de inversiones"
- Anexo 8: "Tasa de acciones comunes y preferentes"
- Anexo 9: "Costo de capital (WACC)"
- Anexo 10: "Pago del financiamiento"
- Anexo 11: "Matriz de riesgos del proyecto"
- Anexo 12: "Costos de producción"
- Anexo 13: "Evaluación económica financiera"
- Anexo 14: "Estado de ganancias y pérdidas"
- Anexo 15: "Flujo de caja proyectado"
- Anexo 16: "Valor residual del proyecto"
- Anexo 17: "Matrix de Responsabilidades"
- Anexo 18: "Procedimiento afilado de brocas (1)"
- Anexo 19: "Procedimiento afilado de brocas (2)"
- Anexo 20: "Encuesta de satisfacción del cliente"
- Anexo 21: "Planta general IESA"
- Anexo 22: "Ubicación oficina del proyectos"
- Anexo 23: "Layout oficinas del proyecto"
- Anexo 24: "Organigrama IESA"
- Anexo 25: "Obligaciones financieras IESA, Periodo 2013"
- Anexo 26: "Balance general IESA, Periodo 2013"
- Anexo 27: "Inversiones en subsidiaria IESA SRL."
- Anexo 28: "Registro fotográfico"

GLOSARIO

- **Jumbo Electrohidráulico:** carro perforador que lleva instalada sobre si una perforadora, que utiliza como fuente de energía la electricidad y aceite a alta presión para la perforación de agujeros en la roca.
- **Aceros de Perforación:** cada uno de los elementos que conforman el varillaje de perforación, fabricados de aleaciones de aceros cuya función es la de perforar la roca mediante la transmisión de la energía generada por una perforadora.
- **Excavación Subterránea:** conjunto de actividades que tiene como objetivo de hacerse paso por el subsuelo para llegar a un punto determinado, pudiendo ser este un túnel, galería o labores mineras.
- **Sistema Trackless:** método de excavación subterránea de alta producción y de bajo costo que implementa el uso de equipos pesados y montados sobre llantas
- **Tren de Varillaje:** se llama así al conjunto de aceros de perforación cuando se encuentran acoplados e instalados en el brazo de perforación del jumbo.
- **Botones de la broca:** se llama así al conjunto de elementos insertados en el cuerpo de la broca y que pueden ser de forma esférica, parabólica, balística.
- **Equipo de protección personal:** conjunto de dispositivos utilizados por los trabajadores para protegerlos de los agentes que puedan causarle daño.

ABREVIATURAS

- **ml**: metro lineal.
- **pp**: pies perforados.
- **pp/ml**: pie perforado por metro lineal
- **pp/m³**: pie perforado por metro cúbico.
- **EPP**: equipo de protección personal.
- **PETS**: procedimiento escrito de trabajo seguro.
- **IPERC**: identificación de peligros, evaluación de riesgos y control.