

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**SOFTWARE SIGMA R20 PARA LA ELABORACIÓN DE METRADOS,
COSTOS Y PRESUPUESTOS DE PROYECTOS DE EDIFICACIÓN**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Autor : Bach. JHONATAN RAMOS SANCHEZ

Asesor (a) : Mg. BILLY ALEXIS CAYATOPA CALDERÓN

JAÉN – PERÚ, MAYO, 2023

NOMBRE DEL TRABAJO

05 INFORME FINAL DE TESIS.pdf

AUTOR

Jhonatan Ramos

RECUENTO DE PALABRAS

16639 Words

RECUENTO DE CARACTERES

89751 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

96 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

5.3MB

FECHA DE ENTREGA

Jun 5, 2023 8:29 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jun 5, 2023 8:30 PM GMT-5**● 4% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 4% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)



FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 02 de junio del año 2023, siendo las 18:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente : Mg. Marco Antonio Aguirre Camacho.

Secretario : Mg. Marcos Antonio Gonzáles Santisteban.

Vocal : Dr. Jeiden Revilla Arce, para evaluar la Sustentación del **Informe Final**:

() Trabajo de Investigación

(**X**) Tesis

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **“SOFTWARE SIGMA R20 PARA LA ELABORACIÓN DE METRADOS, COSTOS Y PRESUPUESTOS DE PROYECTOS DE EDIFICACIÓN”**, presentado por el bachiller **Jhonatan Ramos Sanchez**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(**X**) Aprobar () Desaprobar (**X**) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|---------------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | (17) |
| c) Bueno | 14, 15 | () |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ò menos | () |

Siendo las 19:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Mg. Marco Antonio Aguirre Camacho
Presidente

Mg. Marcos Antonio Gonzáles Santisteban
Secretario

Dr. Jeiden Revilla Arce
Vocal

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	6
ABSTRACT	7
I. INTRODUCCIÓN	8
II. OBJETIVOS	16
2.1. General.....	16
2.2. Específicos:.....	16
III. MATERIAL Y MÉTODOS.....	17
3.1. Población:	17
3.2. Muestra	17
3.3. Muestreo	17
3.4. Variables	17
3.5. Variable Independiente	17
3.6. Variable Dependiente.....	17
3.7. Métodos Técnicas y Procedimientos	17
IV. RESULTADOS.....	25
4.1. Resultados en la Etapa de Metrados	28
4.2. Resultados en la Etapa de Análisis de Costos Unitarios.....	50
4.3. Resultados en la Etapa de Presupuestos.....	55
4.4. Resultados en la Etapa de Informes	62
4.5. Resumen de Resultados	67
V. DISCUSIÓN	68
5.1. Del uso de Sigma R20 en la creación de Metrados y Presupuestos de Obra....	68
5.2. De la medición de tiempo y recursos requeridos con Excel y S10.....	69
5.3. De la medición de tiempo y recursos requerido con el uso de Sigma R20.....	69
5.4. Comentarios a la implementación de Sigma R20	69
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	80
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
VIII. ANEXOS	83

ÍNDICE DE IMÁGENES

Figura 1 – Componentes de un Presupuesto de Obra.....	11
Figura 2 - Isometría de la I.E.P. N°16839	27
Figura 3 - Isometría I.E.I. N°481	27
Figura 4 - Parámetro creación de Títulos y Paridas en Excel	29
Figura 5 - Parámetro creación de Títulos y Paridas en Sigma R20.....	29
Figura 6 - Parámetro definición de Componentes o Bloques en Excel.....	31
Figura 7 - Parámetro definición de Componentes o Bloques en Sigma R20.....	31
Figura 8 - Parámetro Resumen del Proyecto en Excel.....	33
Figura 9 - Parámetro Resumen del Proyecto en Sigma R20	33
Figura 10 - Parámetro medido elemento tipo losa en Excel	37
Figura 11 - Parámetro medido elemento tipo losa en Sigma R20.....	37
Figura 12 - Parámetro medido elemento tipo muro en Excel	39
Figura 13 - Parámetro medido elemento tipo muro en Sigma R20.....	39
Figura 14 - Parámetro medido elemento tipo columna en Excel	41
Figura 15 - Parámetro medido elemento tipo columna en Sigma R20	41
Figura 16 - Parámetro medido elemento tipo viga en Excel	43
Figura 17 - Parámetro medido elemento tipo viga en Sigma R20	43
Figura 18 - Parámetro generación de parciales en Excel	45
Figura 19 - Parámetro generación de parciales en Sigma R20	45
Figura 20 - Parámetro duplicar, editar y eliminar medidos en Excel.....	49
Figura 21 - Parámetro duplicar, editar y eliminar medidos en Sigma R20.....	49
Figura 22 - Parámetro definición de recursos en S10	51
Figura 23 - Parámetro definición de recursos en Sigma R20.....	51
Figura 24 - Parámetro Análisis de Costos Unitarios en S10.....	53
Figura 25 - Parámetro Análisis de Costos Unitarios en Sigma R20	53
Figura 26 - Parámetro Creación de Presupuestos en S10.....	56
Figura 27 - Parámetro Creación de Presupuestos en Sigma R20.....	56
Figura 28 - Parámetro Pie de Presupuesto en S10	59
Figura 29 - Parámetro Pie de Presupuesto en Sigma R20.....	59
Figura 30 - Parámetro Procesamiento de Presupuesto en S10	61
Figura 31 - Parámetro Procesamiento de Presupuesto en Sigma R20	61
Figura 32 - Parámetro Generación de Informes en S10	63
Figura 33 - Parámetro Generación de Informes en Sigma R20	63
Figura 34 - Ventana Principal de Sigma R20.....	68

Figura 35 - Ventana de Metrados de Sigma R20	70
Figura 36 - Metrado de elementos tipo Muro en Sigma R20.....	71
Figura 37 - Ventana de Bloques de Sigma R20	72
Figura 38 - Estructura de Títulos y Partidas de Sigma R20	73
Figura 39 - Ventana de Análisis de Costos en Sigma R20.....	74
Figura 40 - Pestaña de Presupuesto de Sigma R20	75
Figura 41 - Procesamiento de un Proyecto en Sigma R20.....	76
Figura 42 - Resultados de Metrados y Presupuesto Global	77
Figura 43 - Resultados de Metrados y Presupuesto Detallado.....	78
Figura 44 - Ventana de Especificaciones Técnicas en Sigma R20	79

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 1 - Parámetros en la etapa de Metrados	24
Tabla 2 - Parámetros en la etapa de Costos Unitarios.....	24
Tabla 3 - Parámetros en la etapa de Presupuesto	25
Tabla 4 - Parámetros en la etapa de Resultados	25
Tabla 5 - Bloques constructivos sujetos a los parámetros de medición.....	26
Tabla 6 - Resultados de parámetro Definición de Títulos y Partidas.....	28
Tabla 7 - Resultados de parámetro Definición de Componentes	30
Tabla 8 - Resultados de parámetro Resumen del Proyecto.....	31
Tabla 9 - Resultados de parámetro de Numeración de ítems.....	33
Tabla 10 - Resultados de parámetro Agregar Título o Partidas	35
Tabla 11 - Resultados de parámetro Metrado de elemento tipo Losa.....	36
Tabla 12 - Resultados de parámetro Metrado de elemento tipo Muro.....	37
Tabla 13 - Resultados de parámetro Metrado de elemento tipo Columna.....	39
Tabla 14 - Resultados de parámetro Metrado de elemento tipo Viga.....	41
Tabla 15 - Resultados de parámetro Generación de Parciales	43
Tabla 16 - Resultados de parámetro Duplicar Metrado	45
Tabla 17 - Resultados de parámetro Editar Metrado.....	47
Tabla 18 - Resultados de parámetro Eliminar Metrado	48
Tabla 19 - Resultados de parámetro Definición de Recursos	50
Tabla 20 - Resultados de parámetro Análisis de Costos Unitarios	51
Tabla 21 - Resultados de parámetro Duplicar Costo de Partida	53
Tabla 22 - Resultados de parámetro Creación de Presupuesto	55
Tabla 23 - Resultados de parámetro Ingreso de Metrados	56
Tabla 24 - Resultados de parámetro Pie de Presupuesto.....	58
Tabla 25 - Resultados de parámetro Procesamiento del Presupuesto	59
Tabla 26 - Resultados de parámetro Generación de Informes	62
Tabla 27 - Resultados de parámetro Modificación de Metrados	63
Tabla 28 - Resultados de Etapa de Metrados	65
Tabla 29 - Resultados de Etapa de Costos Unitarios	65
Tabla 30 - Resultados de Etapa de Presupuesto.....	66
Tabla 31 - Resultados de Etapa de Informes.....	66
Tabla 32 - Resumen de Resultados de la Investigación.....	67

RESUMEN

La presente tesis estudió la optimización de los procesos de metrados, costos y presupuestos de un proyecto de edificación mediante el uso del software Sigma R20. Todo proyecto de construcción es respaldado por un conjunto de documentos técnicos conocido como Expediente Técnico de Obra. Su desarrollo se realiza en etapas consecutivas, entre ellas tenemos las etapas de metrados, costos y presupuestos de obra. Debido al poco desarrollo de software especializado, estas etapas no tienen información vinculada entre sí, esto luego se traduce en incompatibilidades, retrasos, penalidades y mayores costos para la elaboración de un expediente técnico de obra. Sigma R20 es una herramienta informática especializada en la elaboración de metrados, costos y presupuestos de obra, cuyo desarrollo precede a esta investigación. La lógica usada en Sigma R20 permite organizar una gran cantidad de datos, acelera su análisis y muestra los resultados en una variedad de informes. En el presente estudio se evaluó el tiempo y recursos necesarios para elaborar los metrados y presupuesto de un proyecto de edificación, estableciendo comparativos entre el método tradicional (MS Excel y S10) y el programa Sigma R20.

Palabras claves: Expediente Técnico de obra, Metrados, Costos, Presupuestos de Obra, Software, Sigma R20.

ABSTRACT

This thesis studied the optimization of the processes of measurements, costs and budgets of a building project through the use of Sigma R20 software. Every construction project is supported by a set of technical documents known as the Technical Work File. Its development is done in consecutive stages, among them we have the stages of metering, costs and work budgets. Due to the little development of specialized software, these stages do not have information linked to each other, this later translates into incompatibilities, delays, penalties and higher costs for the preparation of a technical work file. Sigma R20 is a computer tool specialized in the elaboration of work measurements, costs and budgets, whose development precedes this thesis. The logic used in Sigma R20 allows organizing a large amount of data, speeds up its analysis and displays the results in a variety of reports. In the present study, the time and resources necessary to prepare the measurements and budget of a building project were evaluated, establishing comparisons between the traditional method (MS Excel and S10) and the Sigma R20 program.

Key Words: Technical file of work, Measurements, Costs, Work Budgets, Software, Sigma R20

I. INTRODUCCIÓN

La ingeniería civil es una rama de la ingeniería que hace uso de herramientas, técnicas, procedimientos y materiales para el diseño y la construcción de obras seguras y eficientes que contribuyan al desarrollo de una población. Todos los proyectos de construcción, tanto en el ámbito privado como en el público, son respaldados por un conjunto de documentos de carácter técnico y/o económico que permiten la adecuada ejecución de una obra. Dichos componentes forman parte del documento llamado Estudio Definitivo de Obra, o también llamado, Expediente técnico de Obra. Los organismos de control y las normas en nuestro país exigen que estos documentos sean presentados con objetividad y precisión, ya que de esto depende el éxito o fracaso de un proyecto de construcción. Esto conlleva a que los técnicos y profesionales hagan uso de herramientas informáticas que les permitan analizar la información de manera objetiva, rápida y ordenada; es frente a este desafío que las computadoras y softwares, han ayudado en gran manera al manejo de grandes cantidades de información, logrando que los proyectos se realicen en menos tiempo y con una precisión mayor a la que se tenía antes de la aparición de las computadoras.

Los presupuestos de obra, constituyen el elemento más importante dentro de un estudio definitivo, y la ejecución de esta dependerá de la correcta cuantificación de las cantidades de materiales (metrados), así como los costos de los mismos dentro de la obra (costos unitarios), de ahí la importancia que la información de estos tres componentes (metrados, costos y presupuesto) se encuentren ligados en una misma plataforma informática. Actualmente, los ingenieros civiles tienen dificultades al momento de elaborar los metrados y presupuestos, estas dificultades se presentan debido a la poca automatización de procesos informáticos, requiriendo bastante tiempo y recursos para su correcta elaboración, en consecuencia, las empresas caen recurrentemente en incumplimiento de plazos de entrega, incompatibilidades y deficiencias en los presupuestos de obra. Otro factor importante que afecta la elaboración de metrados y presupuestos es el uso de varios programas para lograr completar toda la información requerida por un proyecto, y en la mayoría de casos, estos programas no permiten el intercambio automático de información entre ellos, o no cuentan con funciones y/o formatos específicos requeridos por la normativa en nuestro país, en consecuencia, tenemos que realizar modificaciones manuales cuando se presentan variaciones de las mediciones o cuando se desea formatos diferentes a los

planteados por un programa comercial. Esto ha llevado a que cada profesional o entidad generen sus propios formatos basados en hojas de cálculo que no son del todo automatizados y que aún tienen muchas tareas que se realizan manualmente, esto luego se traduce en incompatibilidades, demoras, penalidades y mayores costos para la elaboración de un expediente técnico de obra.

Se puede hacer referencia a algunos estudios respecto a presupuestos de obra, y la manera como su elaboración ha ido innovándose en el tiempo. Hemos señalado que la elaboración del presupuesto depende de una etapa previa llamada, metrados. Ambos componentes están estrechamente relacionados y contienen gran cantidad de información cuya gestión puede resultar muy compleja. Guzmán señala:

Aunque tengamos la instrucción básica para desarrollar un presupuesto de construcción, su proceso de elaboración demanda una gran cantidad de tiempo, paciencia y dominio de los sistemas constructivos, un gran porcentaje de este trabajo es rigurosamente: mecánico, tedioso y engorroso, debido a ello ha surgido la necesidad de implementar la comercialización de programas de computación que nos ahorran en gran medida el tiempo que se invierte en la cuantificación e integración de presupuestos para las obras de construcción. (2013, pág. 10)

El estado peruano es muy riguroso en cuanto a la calidad de un presupuesto de obra. En la ley N° 30225, Ley de contrataciones del estado, en su artículo N° 16.2, establece que los expedientes técnicos deben formularse de forma objetiva y precisa. Además, indica que el incumplimiento esta norma conlleva a sanciones por parte de la entidad a los responsables de la formulación del expediente, como lo expresa el artículo N° 50.1:

El Tribunal de Contrataciones del Estado sanciona a los proveedores, participantes, postores, contratistas, subcontratistas y profesionales que incurra en: m) Formular fichas técnicas o estudios de pre inversión o expedientes técnicos con omisiones, deficiencias o información equivocada, o supervisar la ejecución de obras faltando al deber de velar por la correcta ejecución técnica, económica y administrativa de la prestación, ocasionando perjuicio económico a las Entidades. (Portal OSCE, 2018).

Bajo este marco legal podemos afirmar la importancia de tener herramientas que permitan alcanzar el objetivo de elaborar expedientes técnicos de alta calidad, con información clara, precisa y vinculada entre sí; además que estas se deben elaborar dentro de los plazos establecidos por la entidad, plazos que en la mayoría de veces son cortos, y si no se tiene las herramientas informáticas necesarias y un plan bien organizado se incurrirá en penalidades por retrasos o deficiencias en la elaboración.

En nuestro país, Perú, el principal ente regulador de la formulación de expedientes técnicos de obra es el Organismo Supervisor de Contrataciones del Estado (OSCE). Este organismo dicta los lineamientos y requisitos que estos deben cumplir para ser admitidos en los presupuestos de inversión del estado. La definición de un expediente técnico según la OSCE es:

El expediente técnico es el conjunto de documentos de carácter técnico y/o económico que permiten la adecuada ejecución de una obra, el cual comprende la memoria descriptiva, especificaciones técnicas, planos de ejecución de obra, metrados, presupuesto de obra, valor referencial, fecha del presupuesto, análisis de precios, calendario de avance de obra valorizado, fórmulas polinómicas y, si el caso lo requiere, estudio de suelos, estudio geológico, de impacto ambiental u otros complementarios” (OSCE, 2010)

Los presupuestos de obra constituyen la parte esencial de un expediente técnico ya que en él se establece el marco económico para la ejecución de una obra. Por esta razón es importante tener mucho cuidado en su elaboración con información clara, concisa y con gran exactitud en sus mediciones y con precios actuales del mercado local. Guzmán refiere:

Presupuestar una obra es un proceso mediante el cual se establece de qué está compuesta (composición cualitativa), y cuantas unidades de cada componente existen (composición cuantitativa), para, finalmente, aplicar precios a cada uno y obtener su valor en un momento dado. (2013, pág. 21)

Esta definición expresa una descripción global del presupuesto de obra, que también podemos definirlo como una visión anticipada de todos los componentes y actividades de una obra expresados en términos monetarios. Esta visión anticipada es muy importante, ya que permite evaluar la viabilidad económica de un proyecto y tomar las decisiones más

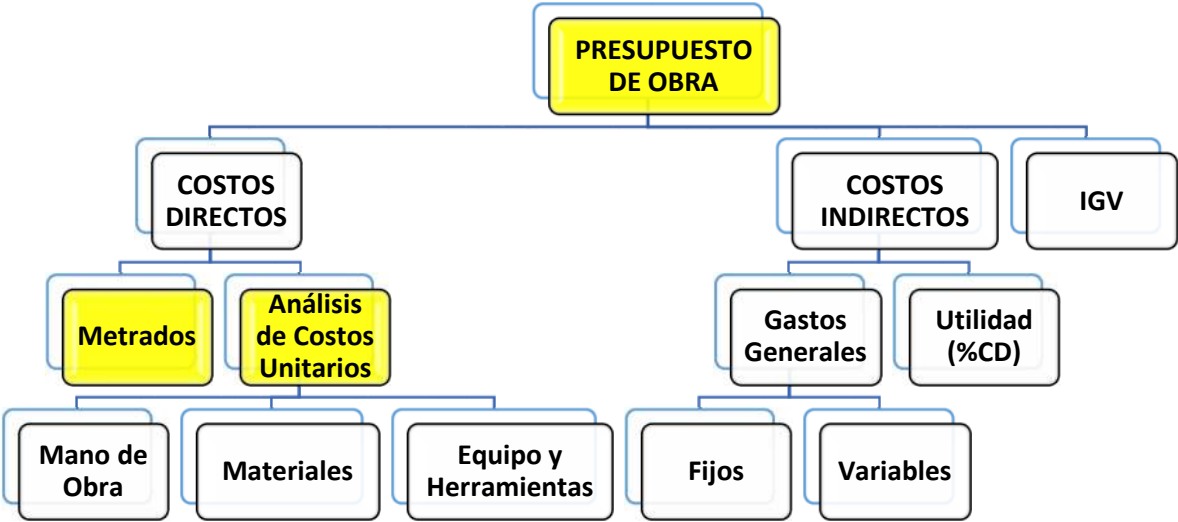
acertadas antes de poner en marcha la ejecución. Las principales características funcionales de un presupuesto son:

- Expresar los objetivos de la obra futura de forma monetaria, así como planificar los recursos y establecer responsables.
- Integra y coordina todas las áreas, actividades y responsables en el momento de la formulación de un expediente, así como de la ejecución de la obra.
- Minimizar el riesgo futuro en la ejecución de los objetivos, ya que permite realizar su seguimiento y en el caso de no cumplimiento, reconducir los objetivos hacia una situación más real y posible.

Durante las últimas décadas, la elaboración y evaluación de un presupuesto de obra, ha significado un reto importante para las empresas y entidades públicas, ya que se debe procesar una gran cantidad de información y para ello se ha vuelto indispensable el uso de las computadoras y los softwares para el manejo de base de datos. Para elaborar un presupuesto de obra, es necesario recopilar una gran cantidad de información, entre ellos, y el que más tiempo y precisión demanda son los metrados. En la siguiente figura se muestran los componentes que forman parte de la estructura de un presupuesto de obra:

Figura 1

Componentes de un Presupuesto de Obra



Nota: Elaboración Propia

De la Figura 1, los cuadros sombreados de amarillo, representan los componentes más delicados del estudio económico de un proyecto ya que contienen una gran cantidad de información entre mediciones, precios y relaciones; sin embargo, es en estos componentes donde más errores se presentan. De manera global, todos los profesionales y empresas que invierten en innovación, buscan implementar la ideología de la “Automatización e Integración de Procesos”. Un expediente técnico no está excepto de este camino, y se debe invertir esfuerzos en busca de la mejora continua de los procesos y la tecnología que se aplica para su elaboración.

Los metrados de obra, constituyen la base en la formulación de un presupuesto, estos representan la cuantificación de actividades o tareas de una determinada obra. CAPECO, en su publicación “Costos y presupuestos en edificaciones”, define metrados como:

Conjunto ordenado de datos obtenidos o logrados mediante lecturas acotadas. Los metrados se realizan con el objeto de calcular la cantidad de obra a realizar y que al ser multiplicado por el respectivo costo unitario y sumados obtendremos el costo directo de obra. (2014)

Extraer información de cantidades de los planos de obra, es una de las tareas más complejas dentro de la elaboración de un expediente técnico de obra, requiere del profesional una amplia experiencia en cálculo, además de la capacidad de comprender el espacio en tres dimensiones para interpretar los gráficos 2D de un programa de dibujo. Afortunadamente, la tecnología ha ido mejorando en los últimos años, y hemos pasado de los modelos 2D de AutoCAD a modelos 3D inteligentes en BIM (Modelado de la Información de Edificaciones), con información que se procesa en tiempo real. Esta representa un gran avance para el desarrollo de proyectos más precisos y con información y parámetros que se pueden visualizar en tiempo real, reduciendo los tiempos para realizar mediciones. Si bien el BIM es una metodología que se usa en muchos países, en Perú, su reglamentación aún está en proceso. El Decreto Supremo N° 289-2019-EF aprueba disposiciones para la incorporación progresiva de BIM en la inversión pública de nuestro país, esto significa que tendremos importantes cambios en la elaboración de expedientes técnicos para los años que vienen.

De la Figura 01, mostrada anteriormente, se puede definir el análisis de costos unitarios como un componente del costo directo de obra. Partimos por definir el costo directo

como la suma de los costos de mano de obra, materiales, maquinaria y equipo necesario para la realización de un actividad o proceso productivo. El cálculo del costo directo, se realiza mediante la sumatoria de la multiplicación de las cantidades obtenidas en los metrados, por el costo unitarios de cada una de estas partidas respectivamente. Observamos que la partida es la unidad principal para expresar un valor, para el caso de metrados, este valor representa una cantidad de medición, y para el caso de costo unitario, la partida se expresa como un valor monetario por unidad de medida. Teniendo en cuenta esto se puede definir el análisis de costo unitario como el proceso por el cual se relacionan las cantidades de recursos, y sus respectivos precios en el mercado, necesarios para poder realizar una unidad de metrado.

Como vimos en párrafos anteriores, un expediente técnico contiene varios componentes, con información que deberían estar vinculados entre sí. Para efectos de esta investigación, se planteó una solución informática que permita integrar tres de los componentes donde se maneja la mayor cantidad de información, como son, metrados, costos unitarios y presupuesto de obra. Estos componentes definen los parámetros y alcances de la ejecución correcta de una obra.

Existe una necesidad importante en mejorar la metodología usada actualmente para la elaboración de metrados y presupuestos de obra haciendo un adecuado aprovechamiento de las tecnologías de información disponibles en la actualidad. Como ejemplo del adecuado aprovechamiento de la tecnología de información en nuestro país, tenemos, el cambio de la metodología CAD (2D) a la metodología BIM en el área de diseño de un proyecto. Se ha estudiado y se demostrado que esta metodología brinda grandes beneficios al desarrollo de proyectos, empezando por reducir los plazos de entrega y costos de los proyectos además de mejorar la administración de datos e información compleja de proyectos. El software Sigma R20, se desarrolló bajo los mismos principios de optimización y adecuado manejo de la información.

Durante la presente investigación, se ha constatado la ausencia de estudios relacionados a implementar nuevas metodologías o herramientas informáticas que puedan aportar soluciones o mejoras a los procesos actuales de metrados, costos y presupuestos de un proyecto de edificación. La herramienta informática más usada en la etapa de metrados es Microsoft Excel (MS Excel), que es un programa que nos permite analizar datos mediante hojas de cálculo, sin embargo, al no ser una herramienta especializada en metrados, crear los vínculos, sumatorias y dar forma a la hoja de cálculo con una estructura de títulos y partidas

resultan ser tareas bastante complejas y muy susceptible a errores de procesamiento. Por otra parte, tenemos al módulo de Presupuestos del programa S10, el programa más conocido y más usado para la estimación de costos de un proyecto de construcción. A diferencia de Excel, este sí es un programa especializado en costos cuyas funciones y herramientas agilizan el análisis de costos y presupuestos de un proyecto. S10 a pesar de ser un programa especializado, tiene la limitante que la información de cantidades que se ingresa al programa ya debe estar procesado previamente, lo que obliga al usuario hacer uso de herramientas fuera del programa para realizar el cálculo y sumatorias previas de cada una de las partidas del proyecto para luego ingresar manualmente estos valores en S10 tratando de no errar durante este proceso. Tanto Excel como S10 son programas distintos en su metodología, en consecuencia, cada uno maneja información que no es posible vincular entre sí, es decir, cualquier cambio que se puede hacer en uno de los programas se tiene que actualizar manualmente en el otro programa; esto para los proyectos se traduce en demoras y errores por incompatibilidad de la información.

Frente a la problemática descrita en párrafos anteriores, se tiene claro que existe la necesidad de procesar la información de metrados, costos y presupuestos en una única plataforma informática que cuente con las herramientas adecuadas para la gestión y análisis de la información. Es así que se crea Sigma R20 como una moderna herramienta informática especializada en la creación de metrados, costos y presupuestos de obra y cuyo desarrollador es el autor de la presente investigación.

El desarrollo de Sigma R20 antecede a la presente investigación. Este programa integra un flujo de trabajo integral entre los componentes de metrados, costos y presupuestos. El lenguaje de programación usado en Sigma R20 es Visual Basic.NET, además, Sigma R20 hace uso de la programación orientada a objetos, herramientas gráficas de Visual Studio, entre otras herramientas de programación. La lógica usada en Sigma R20 permite organizar una gran cantidad de datos y acelera su análisis, aporta modernas herramientas y métodos de trabajos optimizados cuya aplicación permitiría mejorar y optimizar el trabajo de elaboración de metrados, costos y presupuestos de obra, además, su uso podría ser aplicado a distintos campos de la Ingeniería Civil. Una de las ventajas más importantes que aporta Sigma R20 es su capacidad única de procesar en simultáneo dos tipos de informes: Resultados por Especialidad y Resultados por Bloque, tanto para los metrados como para los presupuestos. Su uso masivo en los proyectos de construcción y las actualizaciones de sus funciones, están

proyectados para mejorar continuamente con la experiencia y opiniones de los usuarios del programa.

Por último, la programación se ha convertido en una herramienta muy importante actualmente. Toda la tecnología que conocemos está basada en lenguajes de programación, y la Carrera de Ingeniería Civil no escapa a esta realidad. En tal sentido, se espera que esta investigación sirva de referente a nuevas investigaciones relacionados con el campo de la programación en Ingeniería Civil y al mismo tiempo pueda incentivar el aprendizaje y uso del lenguaje de programación para el desarrollo de aplicaciones y programas que sirvan de soporte informático para los futuros profesionales de la carrera de ingeniería civil de nuestra región y país.

II. OBJETIVOS

2.1. General.

- Optimizar la elaboración de metrados, costos y presupuestos de un proyecto de edificación mediante el uso del software SIGMA R20.

2.2. Específicos:

- Evaluar los tiempos y costos requeridos en la elaboración de metrados y presupuestos de veinte (20) bloques de edificaciones usando el método tradicional.
- Implementar el uso del software SIGMA R20 como recurso informático para realizar metrados y presupuestos de obra.
- Evaluar los tiempos y costos requeridos en la elaboración de metrados y presupuestos de los mismos bloques de edificaciones haciendo uso de SIGMA R20.
- Reducir el tiempo y los costos requeridos para la elaboración de metrados y presupuestos de un proyecto de edificación en un 20%.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Población:

Como ámbito de estudio se determinó a los todos Expedientes Técnicos de proyectos de infraestructura educativa elaborados en la municipalidad de San Felipe, provincia de Jaén, región Cajamarca durante el año 2021.

3.2. Muestra

Se tomó como muestra el proyecto “Mejoramiento y ampliación de los servicios educativos de la I.E. Inicial N° 481 y la I.E. Primaria N° 16839, del caserío de La Malama, distrito de San Felipe – Provincia de Jaén – Departamento de Cajamarca”, proyecto que se desarrolló con Sigma R20 para la municipalidad de San Felipe bajo los requerimientos del ASITEC (Asistencia técnica de proyectos de infraestructura educativa) convocatoria 2021.

3.3. Muestreo

Mediante el muestreo no probabilístico (por conveniencia) se eligió una muestra de 20 bloques de edificación que forman parte de la muestra en la presente investigación.

3.4. Variables

3.5. Variable Independiente

- Uso del Software Sigma R20.

3.6. Variable Dependiente

- Elaboración de Metrados y Presupuesto de Obra.

3.7. Métodos Técnicas y Procedimientos

En la presente investigación se hizo uso del método matemático para definir variables que se pueden medir a través de indicadores numéricos. Durante la implementación y uso de Sigma R20 se usó el método inductivo lo que permitió analizar todas las etapas y procesos necesarios para la elaboración de metrados y presupuestos, además, el método deductivo permitió desarrollar conclusiones generales de la eficiencia del uso del software. Para la interpretación de los datos obtenidos se hizo uso del método estadístico, esto permitió establecer una secuencia lógica de los procedimientos a seguir para analizar los datos.

En la etapa de resultados, se usó el método comparativo para evaluar, semejanzas y diferencias entre los resultados obtenidos en la etapa inicial y final de la investigación,

presentado para ello cuadros de comparación. Por último, mediante el método sintético se logró determinar, en forma resumida, los resultados de los indicadores más importantes de la presente investigación.

En cuanto a las técnicas de investigación utilizados en este trabajo, detallaremos las siguientes:

Observación: Esta técnica permitió recolectar información durante la evaluación inicial de los tiempos y costos de elaboración de metrados y presupuestos de obra, así como los tiempos luego de implementar el software Sigma R20.

Entrevista: Esta técnica nos permitió conocer la valoración del usuario respecto de las funciones y desempeño del software Sigma R20, permitiendo tener una base de datos acerca de la facilidad de su uso, calidad de resultados y rapidez del flujo de trabajo.

Estadística: Esta técnica permitió organizar y computar la información recolectada con las técnicas antes mencionadas a través de cuadros estadísticos.

Para obtener la información a través de las técnicas mencionadas, se elaboró una ficha técnica de recolección de datos, en el que se establecieron los indicadores a evaluar mediante la observación y la entrevista, además, en esta se estableció la secuencia lógica de pasos que seguirá la investigación y el procesamiento de resultados.

Teniendo definido los materiales, métodos y técnicas, se determinó las etapas necesarias para lograr los objetivos. Se detalla a continuación los procedimientos utilizados para la presente investigación:

Evaluación inicial de tiempos y costos: Como parte inicial del estudio, se realizó una evaluación del tiempo y costo que requiere la elaboración de metrados y presupuestos con el método tradicional (entendiéndose este como, el uso de hojas de cálculo en MS Excel, para la elaboración de metrados, y el programa S10 para la elaboración de Presupuestos). Esto se realizó en 20 bloques de proyectos de edificación que cumplen con los requisitos señalados en la muestra del proyecto, luego se elaboró unos cuadros estadísticos con resultados iniciales de los indicadores.

Implementación de la metodología de metrados por elementos constructivos: Se diseñó una propuesta de metrados por elementos constructivos. Esta metodología debe permitir reducir los tiempos del proceso de metrados, al mismo tiempo que organiza

automáticamente las jerarquías de las partidas, permitiendo manipular la información por especialidad o componente. Es importante señalar que el método debe proveer información fiable y para ello es necesario que el profesional que use el programa conozca de procesos constructivos de obras civiles.

Desarrollo e Implementación del Software Sigma R20: Debido que Sigma R20 es un software nuevo, se debe tener una etapa de capacitación previa para el uso del programa por parte de los profesionales encargados de realizar presupuestos de obras. Se realizó la instalación de una versión completa para poder ser aplicado a una muestra de 20 bloques de edificación en los que se requiera la presentación del presupuesto de obra.

Evaluación de los tiempos y costos: Luego de implementar el software Sigma R20, se realizó nuevamente una evaluación del tiempo y recursos que requiere la elaboración de metrados y presupuestos haciendo uso de este nuevo programa, y se hará la respectiva comparación con los resultados obtenidos inicialmente.

Análisis de datos: Los datos obtenidos de los tiempos y recursos en la etapa inicial y final de la investigación y los resultados de las entrevistas realizadas a los usuarios, se analizó mediante cuadros comparativos y herramientas estadísticas del software Excel, y haciendo uso de proyecciones para estimar resultados de los tiempos y costos que requieren la elaboración de metrados y presupuestos.

Para la presente investigación se estableció dos métodos de trabajo. En primer lugar, tenemos el método nombrado como “método tradicional” en el que se hace uso del programa Excel para metrados y S10 para el presupuesto. En el segundo método hacemos uso del software R20 para la elaboración de metrados y presupuestos. Para lograr el objetivo propuesto por esta investigación se establecieron parámetros que miden los tiempos requeridos en cada una de las etapas para elaboración de metrados y presupuestos de un proyecto de edificación

En la primera etapa (metrados) se definieron los siguientes parámetros:

- a) **Definición de títulos y partidas:** Este parámetro mide el tiempo requerido por el programa y el usuario para definir cada uno de los títulos y partidas que formarán parte del proyecto, además de establecer la jerarquía y dependencia de cada una de éstas. Este parámetro admite el uso de plantillas predefinidas.

- b) **Definición de componentes y bloques:** Este parámetro mide el tiempo requerido por el programa y el usuario para crear un componente o bloque con la estructura de títulos y partidas definidas, entendiéndose por bloque al conjunto de elementos constructivos que forman parte de una estructura, por ejemplo, un módulo de pabellón de aulas en un colegio.
- c) **Diseñar resumen del proyecto:** Este parámetro mide el tiempo requerido por el programa y el usuario para realizar el consolidado de todos los bloques definidos en el parámetro anterior. Como resultado de este parámetro, las sumas de cada una de las partidas deben relacionarse en una única hoja donde se muestra el resumen de metrados de cada bloque y las sumas para todo el proyecto.
- d) **Numeración de ítems:** Este parámetro mide el tiempo requerido por el programa y el usuario para generar la numeración de cada título y partida teniendo en cuenta la jerarquía y dependencia de estos y la generación de formatos de texto y sangría.
- e) **Agregar título o partida:** Este parámetro mide el tiempo requerido por el programa y el usuario para crear títulos o partidas. La medida inicia con la definición del título o partida y su ubicación en la estructura del proyecto, determinando el formato y la dependencia con otros títulos y la generación de la numeración y sangría que le corresponde, además, este nuevo ítem debe estar presente en la hoja de metrados de cada bloque. La medición de este parámetro culmina cuando los totales de metrado de cada bloque queda relacionada con la hoja resumen para el ítem agregado.
- f) **Metrados de elementos:** Este parámetro mide el tiempo requerido por el programa y el usuario para realizar el metrados de aquellos elementos constructivos cuya información cuantificable está presente en más de una partida. De entre algunos de estos elementos tenemos:
- a. **Losas:** son elementos tipo área dispuestos horizontalmente y contruidos de concreto u otro material que sirven para proporcionar una superficie de apoyo para las cargas distribuidas, por ejemplo, una losa de entrepiso en un edificio, zapatas o losas de cimentación.

- b. **Muros:** Son elementos tipo área dispuestos verticalmente y contruidos de concreto u otro material que sirven para soportar cargas verticales, cerrar o dividir espacios horizontales.
- c. **Columnas:** Son elementos estructurales tipo línea dispuestos verticalmente y contruidos de concreto u otro material que sirven como elemento de soporte vertical de una edificación.
- d. **Vigas:** Elemento estructural lineal contruido de concreto u otro material que sirve para soportar y transmitir las cargas de otros elementos hacia los apoyos (muros o columnas).

En general estos elementos requieren más de una partida para completar los metrados de los mismos, además, durante el desarrollo de esta investigación, se observó que algunos valores se repiten entre estas partidas. La medición de este parámetro culmina cuando un elemento es medrado en cada una de las partidas que le corresponde.

- g) **Generación de sumas:** Este parámetro mide el tiempo requerido por el programa y el usuario para calcular o programar la suma de todos los elementos metrados dentro de una partida. La investigación ha observado dos casos: en la primera, el usuario realiza la comprobación de las sumas mientras realiza el medrado del elemento, en el segundo caso el usuario realiza la suma cuando termina el medrado del bloque. Sin importar el caso, la medida se realizó de forma unitaria, es decir, generación de suma por partida.
- h) **Copiar el medrado de un elemento:** Este parámetro mide el tiempo requerido por el programa y el usuario para copiar el medrado de un elemento similar, es decir, que está presente en las mismas partidas y solamente ha cambiado una de sus dimensiones. La medición de este parámetro culmina con el medrado del nuevo elemento.

- i) **Editar el metrado de un elemento:** Este parámetro mide el tiempo requerido por el programa y el usuario para editar el metrado de un elemento en cada una de las partidas en las que está presente, por ejemplo, al disminuir la longitud de un muro.
- j) **Eliminar el metrado de un elemento:** Este parámetro mide el tiempo requerido por el programa y el usuario para eliminar la información numérica de un elemento en cada una de las partidas en la que está presente.

En la segunda etapa de esta investigación tenemos los costos unitarios en la que se definieron los siguientes parámetros:

- k) **Definición del recurso o insumo:** Este parámetro mide el tiempo requerido por el programa y el usuario para definir un insumo o recurso en el proyecto. Este insumo se agrega a la base de datos existente. La medición del parámetro culmina cuando el recurso aparece en la lista de e insumos del programa.
- l) **Análisis de costo unitario:** Este parámetro mide el tiempo requerido por el programa y el usuario para realizar el análisis de costo unitario para una partida específica. Como requisito de inicio la partida no debe tener información de costos. La medida del parámetro concluye cuando el costo de la partida es mostrado por el programa.
- m) **Copiar el costo de otra partida:** Este parámetro mide el tiempo requerido por el programa y el usuario para copiar el análisis realizado en otra partida y pegarlo en una nueva similar, la medida iniciará con la partida vacía y culmina cuando el programa muestra el costo para la nueva partida.

En la tercera etapa tenemos la elaboración del presupuesto en la que se definieron los siguientes parámetros:

- n) **Creación de la estructura del presupuesto:** En este parámetro se mide el tiempo requerido por el programa y el usuario para crear la estructura de títulos y partidas especificados en los metrados con su respectiva jerarquía y dependencia. Esta investigación tomó el caso de un presupuesto por bloques por tratarse de un formato más complejo cuya elaboración demanda de mucho más tiempo que un presupuesto global.

- o) **Ingreso de información de metrados:** Este parámetro mide el tiempo requerido por el programa y el usuario para ingresar toda la información proveniente de los metrados en cada una de las partidas de la estructura del presupuesto. La medida culmina cuando todas las partidas tienen información de metrados completa.

- p) **Definición de pie de presupuesto:** Este parámetro mide el tiempo requerido por el programa y el usuario para crear cada uno de los ítems del pie de presupuesto además de definir las fórmulas de cálculo para tener los resultados deseados y el valor referencial del proyecto.

- q) **Procesamiento del presupuesto:** Este parámetro mide el tiempo requerido por el programa para procesar el presupuesto de obra de acuerdo a la información que hemos ingresado. La medida culmina cuando el programa muestra el valor referencial del proyecto.

Por último, tenemos la etapa de resultados en la que se definieron los siguientes parámetros:

- r) **Presentación de informes:** Este parámetro mide a través de una escala de valores del cero al diez, la satisfacción del usuario tomando como criterio de todos los informes que muestra el programa y cuántos de ellos cumplen con la expectativa del usuario, además de valorar los formatos editables en los que se puede exportar la información del proyecto. Este parámetro toma en cuenta los informes de metrados e informes de presupuesto y cada uno de ellos tendrá una calificación de experiencia.

Cada uno de los parámetros establecidos anteriormente, se ordenaron siguiendo secuencia de pasos que se ha observado durante el desarrollo de un proyecto de edificación. Cada uno de estos representa los procedimientos puntuales realizados por el profesional encargado y que pueden ser analizados mediante indicadores de tiempo, y estos, a su vez poder ser analizados desde un punto de vista económico teniendo en cuenta que cada hora de trabajo que no se aprovecha u optimiza adecuadamente, representa mayor inversión de recursos para la elaboración de un expediente técnico.

En resumen, en cuanto a los parámetros de medición definidos para esta investigación tenemos las siguientes tablas:

Tabla 1*Parámetros definidos en la etapa de Metrados*

ETAPA DE METRADOS		
PARÁMETRO	UNIDAD	
Definición de títulos y partidas	minuto	
Definición de componentes y bloques	minuto	
Diseñar resumen del proyecto	minuto	
Numeración de ítems	minuto	
Agregar título o partida	minuto	
Metrados de elementos	Losas	minuto
	Muros	minuto
	Columnas	minuto
	Vigas	minuto
Generación de sumas	minuto	
Copiar el metrado de un elemento	minuto	
Editar el metrado de un elemento	minuto	
Eliminar el metrado de un elemento	minuto	

Nota: La tabla muestra los parámetros definidos para la etapa de metrados y su respectiva unidad de medida.

Tabla 2*Parámetros definidos en la etapa de Costos Unitarios*

ETAPA COSTOS UNITARIOS	
PARÁMETRO	UNIDAD
Definición del recurso o insumos	minuto
Análisis de costo unitario	minuto
Copiar el costo de otra partida	minuto

Nota: La tabla muestra los parámetros definidos para la etapa de costo y su respectiva unidad de medida.

Tabla 3*Parámetros definidos en la etapa de Presupuestos*

ETAPA DE PRESUPUESTO	
PARÁMETRO	UNIDAD
Creación de la estructura del presupuesto	minuto
Ingreso de información de metrados	minuto
Definición de pie de presupuesto	minuto
Procesamiento del presupuesto	minuto

Nota: La tabla muestra los parámetros definidos para la etapa de presupuestos y su respectiva unidad de medida.

Tabla 4*Parámetros definidos en la etapa de Resultados*

ETAPA DE RESULTADOS	
PARÁMETRO	UNIDAD
Presentación de informes	0 - 10
Modificación de lo metrados	0 - 10

Nota: La tabla muestra los parámetros definidos para la etapa de resultados y su respectiva unidad de medida.

Las tablas mostradas se usaron como referencia para presentar las mediciones para cada método, estos mismo fueron usado para elaborar la ficha técnica para la obtención de los datos mediante la observación y la entrevista, además, los cuadros mostrados sirven de modelo para los resultados y datos estadísticos. A continuación, se muestran los resultados obtenidos en la presente investigación.

IV. RESULTADOS

Para realizar la presente investigación se definieron los bloques de edificación que formarán parte de nuestras tablas de mediciones.

Tabla 5*Bloques constructivos sujetos a los parámetros de medición:*

BLOQUES DE EDIFICACIÓN		
PROYECTO	BLOQUE	ÁREA (m2)
I.E. 16839 PRIMARIA	P1-PORTICO	20.00
	P2-ADMINISTRACIÓN	42.50
	P3-BIBLIOTECA	67.80
	P4-SS.HH	34.50
	P5-AULA DOBLE	133.60
	P6-SUM-TALLER	134.80
	P7-LOSA DEPORTIVA	788.00
	P8-DEP. DE HERRAMIENTAS	13.25
	P9-TANQUE ELEVADO	4.50
	P10-BIODIGESTOR	70.00
	P11-PLAZA DE INGRESO	123.00
	P12-SUBESTACION	16.00
	P13-OBRAS EXTERIORES	variado
I.E. 481 - INICIAL	P1-PORTICO	20.00
	P2-AULA SUM	142.00
	P3-ADMINISTRACIÓN	34.50
	P4-ÁREA DE JUEGOS	210.70
	P5-TANQUE ELEVADO	4.50
	P6-SUBESTACION	16.00
	P17-OBRAS EXTERIORES	variado

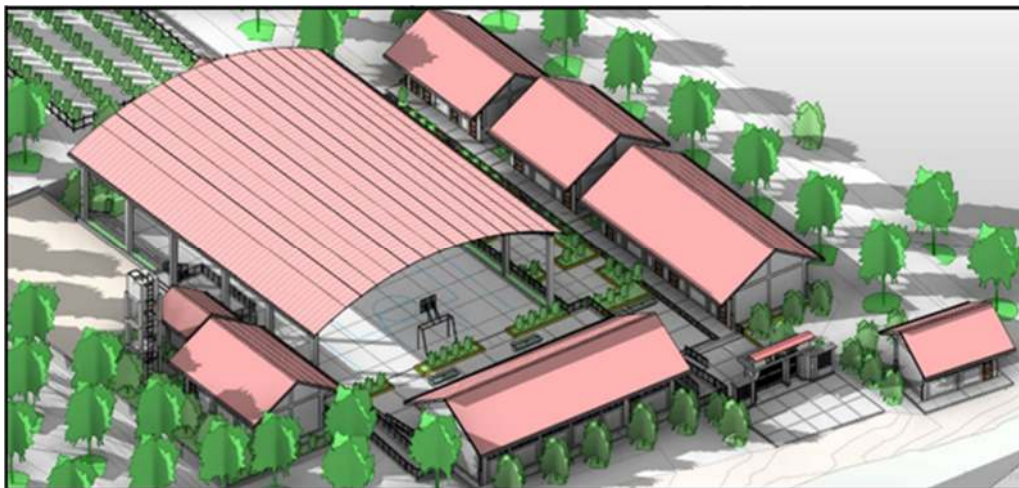
Nota: Lista de componentes obtenidos en muestreo, con su respectivo agrupamiento y valor de área techada.

Los bloques detallados en la tabla anterior, forman parte del proyecto: “Mejoramiento y ampliación de los servicios educativos de la I.E. Inicial N° 481 y la I.E. Primaria N° 16839, del caserío La Malama, distrito de San Felipe – provincia de Jaén – departamento de Cajamarca”, proyecto que se desarrolló para la municipalidad de San Felipe bajo los requerimientos del ASITEC (Asistencia técnica de proyectos de infraestructura educativa) convocatoria 2021.

El proyecto consiste en la elaboración de los expedientes técnicos para los colegios I.E. Primaria N° 16839 e I.E. Inicial N° 481.

Figura 2

Isometría de la I.E.P. N°16839



Nota: Imagen obtenida del expediente técnico del proyecto “Mejoramiento y Ampliación de los servicios educativos de la I.E. Inicial N° 481 y la I.E. Primaria N° 16839, del caserío de La Malama”.

Figura 3

Isometría I.E.I. N°481



Nota: Imagen obtenida del expediente técnico del proyecto “Mejoramiento y Ampliación de los servicios educativos de la I.E. Inicial N° 481 y la I.E. Primaria N° 16839, del caserío de La Malama”

Definido todos los bloques que formarán parte de la presente investigación, se procedió a realizar las mediciones de los parámetros definidos en los métodos de la presente investigación, obteniendo los siguientes resultados:

4.1. Resultados en la Etapa de Metrados

Tabla 6

Resultados de parámetro Definición de Títulos y Partidas

PARÁMETRO		Definición de títulos y partidas	
PROYECTO	BLOQUE	TIEMPO (min)	
		EXCEL/S10	SIGMA R20
I.E. 16869 PRIMARIA	P1-PORTICO	26.40	14.20
	P2-ADMINISTRACIÓN	20.50	4.10
	P3-BIBLIOTECA	18.20	3.90
	P4-SS.HH	11.10	4.50
	P5-AULA DOBLE	5.20	1.50
	P6-SUM-TALLER	4.20	1.80
	P7-LOSA DEPORTIVA	16.70	6.40
	P8-DEP. DE HERRAMIENTAS	4.10	1.80
	P9-TANQUE ELEVADO	9.80	2.90
	P10-BIODIGESTOR	8.90	3.20
	P11-PLAZA DE INGRESO	5.20	2.30
	P12-SUBESTACION	8.90	3.50
	P13-OBRAS EXTERIORES	16.80	8.40
I.E. 481 - INICIAL	P1-PORTICO	0.00	0.00
	P2-AULA SUM	0.00	0.00
	P3-ADMINISTRACIÓN	0.00	0.00
	P4-ÁREA DE JUEGOS	8.80	4.20
	P5-TANQUE ELEVADO	0.00	0.00
	P6-SUBESTACION	0.00	0.00
	P17-OBRAS EXTERIORES	0.00	0.00
PROMEDIO		8.24	3.14

Nota: Resultados obtenidos mediante la ficha técnica.

Los resultados de la Tabla 6 muestran que Sigma R20, tiene funciones específicas para generar títulos y partidas siguiendo una secuencia lógica de jerarquía de ítems a comparación de la herramienta Excel. Los valores decrecen, y en algunos casos se hace cero, ya que en estos bloques se utilizó la estructura de títulos y partidas ya definidos en otros bloques.

Figura 4

Parámetro creación de Títulos y Partidas en Excel

	F	G	H	I	J	K	L	M	
13	39.87	128.80	48.60	171.03	76.58	95.35	163.12	713.20	
14									
15									
16	0.00	0.00	0.00	0.00	2.26	0.00	0.00	26.09	
17	6.50	3.49	7.88	6.90	12.21	0.00	10.46	0.00	
18	51.96	214.36	56.80	434.51	84.94	176.32	167.66	95.26	
19									
20	11.96	38.64	14.58	51.31	22.97	28.61	48.94	363.33	
21									
22	12.68	48.01	13.88	75.70	21.91	42.05	43.34	136.49	
23	9.18	34.32	10.54	45.35	16.53	27.17	0.00	26.65	
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.08	121.60	
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.09	
26	15.77	57.91	18.24	76.57	28.62	45.52	57.77	196.01	
27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
29	39.87	128.80	48.60	171.03	76.58	95.35	163.12	0.00	
30	320.61	320.61	99.08	615.90	152.98	256.16	283.83	605.85	
31	320.61	320.61	99.08	615.90	152.98	256.16	283.83	605.85	
32									
33	m3	8.34	2.78	4.87	2.62	5.91	3.48	9.16	0.00
34	m3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
35	m2	82.52	68.99	25.98	107.18	35.50	141.21	44.35	83.83
36									

Nota: Captura de pantalla del parámetro creación de títulos y partidas en Excel.

Figura 5

Parámetro creación de Títulos y Partidas en Sigma R20

Descripción	Und	Rend	Metrado	Costo
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
NEVELACIÓN DE TERRENO				
NEVELACIÓN DE TERRENO C/MAQUINARIA	m²	450.00	4824.56	
EXCAVACIONES				
EXCAVACIONES MANUALES HASTA 1.7m	m³	3.50	1202.00	\$
EXCAVACIONES EN MUROS DE CONTENCIÓN HASTA 2.5m	m³	3.50	1608.09	\$
CORTES				
CORTE SUPERFICIAL DE TERRENO	m³	8.00	694.89	\$
RELLENOS				
RELL. Rellenado con equipo, material de préstamo compactado con equipo, material de préstamo afirmado compactado al 95%PM	m³	15.00	961.47	\$
RELL. Rellenado con equipo, material de préstamo compactado con equipo, material de préstamo afirmado compactado al 95%PM	m³	25.00	1019.77	\$
RELL. Rellenado con equipo, material de préstamo compactado con equipo, material de préstamo afirmado compactado al 100% del P.A	m³	25.00	49.70	\$/
RELL. Rellenado con equipo, material de préstamo compactado con equipo, material de préstamo afirmado compactado al 100% del P.A	m³	15.00	267.42	\$/
RELL. Rellenado con equipo, material de préstamo compactado con equipo, material de préstamo afirmado compactado al 100% del P.A	m³	20.00	24.13	\$/
CON. Conformación de tierra agrícola H= 0.20 M	m³	6.00	151.57	\$
NEVELAC. Nivelación int. y apisonado final p/recibir al falso piso c/equipo liviano	m²	100.00	3825.34	
NEVE. Acarreo de material excedente	m³	6.00	2227.39	\$
ELIMINAC. Eliminación de material excedente	m³	250.00	2128.09	\$
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				
CIMENTO CORRIDO				
CONCRETO EN CIMENTO CORRIDO C:H 1:10+30%PG	m³	25.00	199.71	\$/
SOLIDOS				

Nota: Captura de pantalla del parámetro creación de títulos y partidas en Sigma R20.

Tabla 7*Resultados de parámetro Definición de Componentes*

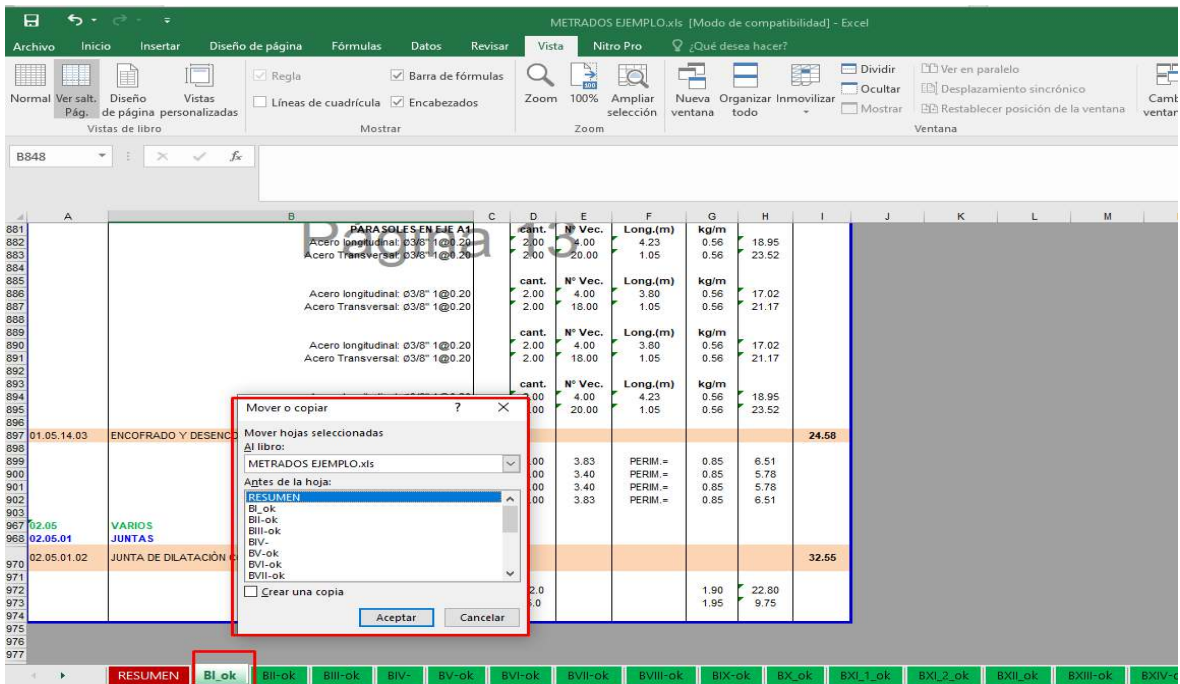
PARÁMETRO	Definición de componentes y bloques	TIEMPO (min)	
		EXCEL/S10	SIGMA R20
I.E. 16869 PRIMARIA	P1-PORTICO	3.10	0.50
	P2-ADMINISTRACIÓN	3.20	0.50
	P3-BIBLIOTECA	3.05	0.50
	P4-SS.HH	3.20	0.50
	P5-AULA DOBLE	3.50	0.50
	P6-SUM-TALLER	2.80	0.50
	P7-LOSA DEPORTIVA	2.90	0.50
	P8-DEP. DE HERRAMIENTAS	3.10	0.50
	P9-TANQUE ELEVADO	2.50	0.50
	P10-BIODIGESTOR	2.60	0.50
	P11-PLAZA DE INGRESO	2.20	0.50
	P12-SUBESTACION	2.90	0.50
	P13-OBRAS EXTERIORES	2.70	0.50
I.E. 481 - INICIAL	P1-PORTICO	2.50	0.50
	P2-AULA SUM	2.90	0.50
	P3-ADMINISTRACIÓN	3.10	0.50
	P4-ÁREA DE JUEGOS	2.90	0.50
	P5-TANQUE ELEVADO	3.00	0.50
	P6-SUBESTACION	2.70	0.50
	P17-OBRAS EXTERIORES	2.90	0.50
PROMEDIO	2.89	0.50	

Nota: Resultados obtenidos mediante la ficha técnica.

De la Tabla 07, podemos describir que para crear un bloque en Sigma R20, solo es necesario asignar el nombre y código del bloque, sin importar otra condición, por esta razón los valores los valores de tiempo son los mismos sin importar el bloque o proyecto.

Figura 6

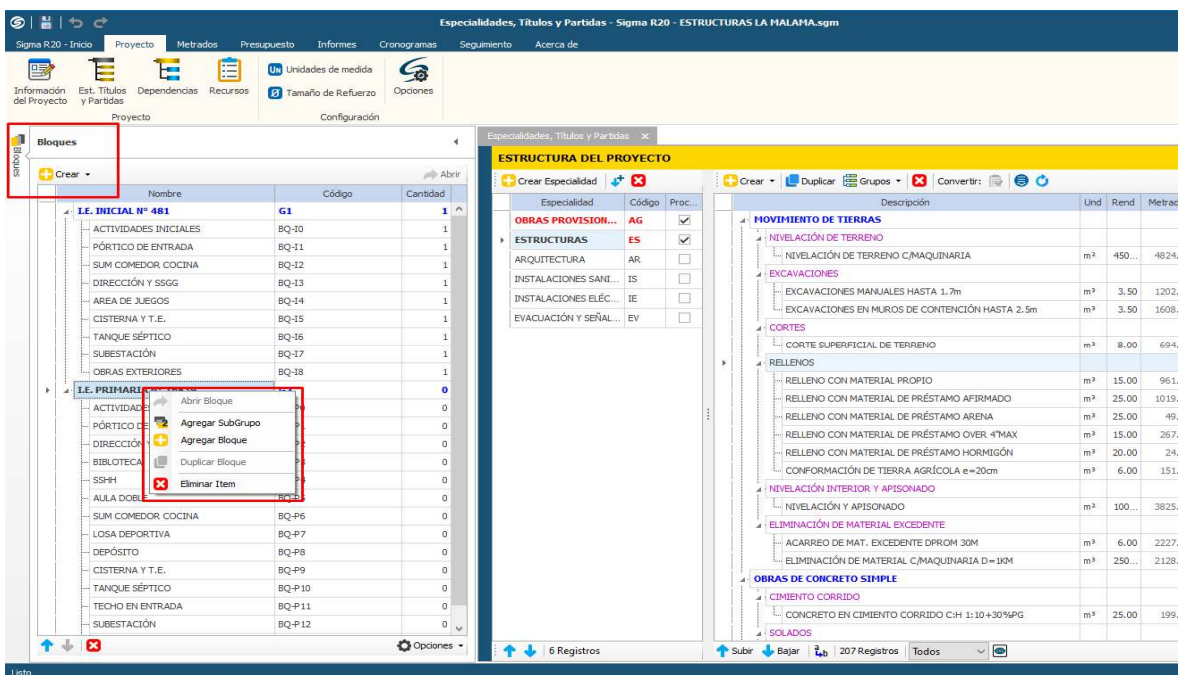
Parámetro definición de Componentes o Bloques en Excel



Nota: Captura de pantalla del parámetro definición de bloques en Excel.

Figura 7

Parámetro definición de Componentes o Bloques en Sigma R20



Nota: Captura de pantalla del parámetro definición de bloques en Sigma R20.

Tabla 8*Resultados parámetro Resumen del Proyecto*

PARÁMETRO		Diseñar resumen del proyecto	
PROYECTO	BLOQUE	TIEMPO (min)	
		EXCEL/S10	SIGMA R20
I.E. 16869 PRIMARIA	P1-PORTICO	20.60	0.25
	P2-ADMINISTRACIÓN	25.30	0.25
	P3-BIBLIOTECA	26.10	0.25
	P4-SS.HH	25.80	0.25
	P5-AULA DOBLE	24.90	0.25
	P6-SUM-TALLER	28.00	0.25
	P7-LOSA DEPORTIVA	21.50	0.25
	P8-DEP. DE HERRAMIENTAS	15.60	0.25
	P9-TANQUE ELEVADO	16.80	0.25
	P10-BIODIGESTOR	18.20	0.25
	P11-PLAZA DE INGRESO	16.80	0.25
	P12-SUBESTACION	15.20	0.25
	P13-OBRAS EXTERIORES	20.00	0.25
I.E. 481 - INICIAL	P1-PORTICO	3.10	0.25
	P2-AULA SUM	3.50	0.25
	P3-ADMINISTRACIÓN	2.80	0.25
	P4-ÁREA DE JUEGOS	8.90	0.25
	P5-TANQUE ELEVADO	2.50	0.25
	P6-SUBESTACION	3.20	0.25
	P17-OBRAS EXTERIORES	12.50	0.25
PROMEDIO		15.57	0.25

Nota: Resultados obtenidos mediante la ficha técnica.

En Sigma R20, al definir los títulos y partidas del proyecto, estamos al mismo tiempo definiendo la estructura que tomará en cuenta el programa para generar el resumen de metrados por bloque. En Excel, el resumen y el detalle de metrados son elementos distintos y cada uno de ellos requiere su elaboración y relación de celdas.

Figura 8

Parámetro Resumen del Proyecto en Excel

MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. INICIAL N° 481 Y LA I.E. PRIMARIA N° 16839"
 I.E. N° 16839 - CODIGO UNIFICADO: 2374262 - CODIGO MODULAR: 0515148 - CODIGO LOCAL: 125076
 Ubicación: Caserío de La Malama – Distrito: San Felipe – Provincia: Jaén – Departamento: Cajamarca
 Unidad Ejecutora: Municipalidad Provincial de San Felipe

RESUMEN GENERAL DE METRADOS DE ESTRUCTURAS - LA MALAMA

ITEM	DESCRIPCION	UND	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
02	ESTRUCTURAS											
02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS											
02.01.01	NIVELACIÓN DE TERRENO	m2	146.14	85.77	39.87	128.80	48.60	171.03	76.58	95.35	163.12	713.1
02.01.02	EXCAVACIONES											
02.01.02.01	EXCAVACIONES SIMPLES											
02.01.02.01.01	EXCAVACION MANUAL PARA VIGAS DE CIMENTACION/CONEXION	m3	2.26	2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	2.26	0.00	0.00	26.0
02.01.02.01.02	EXCAVACION DE ZANJAS PARA CIMENTOS CORRIDOS	m3	11.12	2.90	6.50	3.49	7.88	6.90	12.21	0.00	10.46	0.01
02.01.02.01.03	EXCAVACION DE ZANJAS PARA ZAPATAS	m3	161.28	134.40	51.96	214.36	56.80	434.51	84.94	176.32	167.66	95.2
02.01.03	CORTES											

Nota: Captura de pantalla del parámetro resumen del proyecto en Excel.

Figura 9

Parámetro Resumen del Proyecto en Sigma R20

Especialidades, Títulos y Partidas - Sigma R20 - ESTRUCTURAS LA MALAMA.sgm

ESTRUCTURA DEL PROYECTO

Descripción	Und	Band	Metrado	Costo
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
NIVELACIÓN DE TERRENO				
NIVELACIÓN DE TERRENO C/MAQUINARIA	m²	490.00	4924.56	5/41.1
EXCAVACIONES				
EXCAVACIONES MANUALES HASTA 1.7m	m²	3.30	1202.00	5/24.1
EXCAVACIONES EN MUROS DE CONTENCIÓN HASTA 2.9m	m²	3.50	1608.00	5/30.1
CORTES				
CORTE SUPERFICIAL DE TERRENO	m³	8.00	694.80	5/16.1
RELLENOS				
RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m³	15.00	951.47	5/44.1
RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO AFIRMADO	m³	25.00	1019.77	5/82.1
RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO ARENA	m³	25.00	49.70	5/127.1
RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO OVER 47MAX	m³	15.00	267.42	5/122.1
RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO HORNIBIGÓN	m³	20.00	24.13	5/138.1
COMPOSICIÓN DE TIERRA AGRÍCOLA e=20mm	m³	6.00	151.57	5/85.1
NIVELACIÓN INTERIOR Y APISONADO				
NIVELACIÓN Y APISONADO	m²	100.00	3925.34	5/21.1
ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE				
ACARREO DE MAT. EXCEDENTE DPROH 30M	m³	6.00	2227.30	5/20.1
ELIMINACIÓN DE MATERIAL C/MAQUINARIA D=30M	m³	250.00	2128.00	5/27.1
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				
CIMIENTO CORRIDO				
CONCRETO EN CIMIENTO CORRIDO C/H 1:10+30%FG	m³	25.00	199.71	5/26.1

Nota: Captura de pantalla del parámetro resumen del proyecto en Sigma R20.

Tabla 9*Resultados de parámetro de Numeración de Ítems.*

PARÁMETRO		Numeración de ítems	
PROYECTO	BLOQUE	TIEMPO (min)	
		EXCEL/S10	SIGMA R20
I.E. 16869 PRIMARIA	P1-PORTICO	4.10	0.20
	P2-ADMINISTRACIÓN	7.50	0.20
	P3-BIBLIOTECA	7.30	0.20
	P4-SS.HH	4.90	0.20
	P5-AULA DOBLE	6.90	0.20
	P6-SUM-TALLER	7.20	0.20
	P7-LOSA DEPORTIVA	8.20	0.20
	P8-DEP. DE HERRAMIENTAS	4.70	0.20
	P9-TANQUE ELEVADO	7.20	0.20
	P10-BIODIGESTOR	5.30	0.20
	P11-PLAZA DE INGRESO	6.80	0.20
	P12-SUBESTACION	5.60	0.20
	P13-OBRAS EXTERIORES	7.50	0.20
I.E. 481 - INICIAL	P1-PORTICO	4.10	0.20
	P2-AULA SUM	6.50	0.20
	P3-ADMINISTRACIÓN	4.90	0.20
	P4-ÁREA DE JUEGOS	5.60	0.20
	P5-TANQUE ELEVADO	8.70	0.20
	P6-SUBESTACION	5.00	0.20
	P17-OBRAS EXTERIORES	7.00	0.20
PROMEDIO		6.25	0.20

Nota: Resultados obtenidos mediante la ficha técnica.

En Sigma R20, este proceso es automático al momento de generar informes de metrados. En la herramienta Excel, este proceso es manual, aunque podemos crear celdas calculadas, cuya programación requiere de tiempo para cada hoja de cálculo creada.

Tabla 10*Resultados de parámetro Agregar Título o Partida*

PARÁMETRO		Agregar título o partida	
PROYECTO	BLOQUE	TIEMPO (min)	
		EXCEL/S10	SIGMA R20
I.E. 16869 PRIMARIA	P1-PORTICO	12.60	0.50
	P2-ADMINISTRACIÓN	14.50	0.50
	P3-BIBLIOTECA	18.90	0.50
	P4-SS.HH	12.40	0.50
	P5-AULA DOBLE	19.20	0.50
	P6-SUM-TALLER	18.00	0.50
	P7-LOSA DEPORTIVA	17.20	0.50
	P8-DEP. DE HERRAMIENTAS	16.50	0.50
	P9-TANQUE ELEVADO	14.60	0.50
	P10-BIODIGESTOR	12.80	0.50
	P11-PLAZA DE INGRESO	16.20	0.50
	P12-SUBESTACION	12.10	0.50
	P13-OBRA EXTERIORES	16.20	0.50
I.E. 481 - INICIAL	P1-PORTICO	12.80	0.50
	P2-AULA SUM	16.80	0.50
	P3-ADMINISTRACIÓN	13.80	0.50
	P4-ÁREA DE JUEGOS	14.50	0.50
	P5-TANQUE ELEVADO	12.50	0.50
	P6-SUBESTACION	13.00	0.50
	P17-OBRA EXTERIORES	15.70	0.50
PROMEDIO		15.02	0.50

Nota: Resultados obtenidos mediante la ficha técnica.

En la herramienta Excel, esta tarea suele ser muy tediosa cuando ya tenemos una estructura de títulos y partidas ya definida, ya que se necesita que este ítem esté visible en cada bloque de metrados. En Sigma R20, no hay ninguna dificultad para este proceso, ya que podemos modificar la estructura de títulos y partidas la veces que sea necesario, dejando el resto de operaciones al programa, por esta razón los valores obtenidos en la medición del tiempo son mínimos en comparación de la herramienta Excel.

Tabla 11*Resultados de parámetro Medrado de elementos tipo losa*

PARÁMETRO		Metrados de elementos - Losas	
PROYECTO	BLOQUE	TIEMPO (min)	
		EXCEL/S10	SIGMA R20
I.E. 16869 PRIMARIA	P1-PORTICO	7.40	3.50
	P2-ADMINISTRACIÓN	7.60	3.60
	P3-BIBLIOTECA	8.00	3.80
	P4-SS.HH	7.20	3.40
	P5-AULA DOBLE	6.60	3.10
	P6-SUM-TALLER	8.70	4.10
	P7-LOSA DEPORTIVA	8.00	3.80
	P8-DEP. DE HERRAMIENTAS	8.20	3.90
	P9-TANQUE ELEVADO	6.80	3.20
	P10-BIODIGESTOR	5.30	2.50
	P11-PLAZA DE INGRESO	7.20	3.40
	P12-SUBESTACION	7.60	3.60
	P13-OBRAS EXTERIORES	7.40	3.50
I.E. 481 - INICIAL	P1-PORTICO	6.60	3.10
	P2-AULA SUM	4.70	2.20
	P3-ADMINISTRACIÓN	9.50	4.50
	P4-ÁREA DE JUEGOS	7.60	3.60
	P5-TANQUE ELEVADO	8.00	3.80
	P6-SUBESTACION	9.50	4.50
	P17-OBRAS EXTERIORES	8.20	3.90
PROMEDIO		7.51	3.55

Nota: Resultados obtenidos mediante la ficha técnica.

Sigma R20, dispone de formularios que permiten elaborar metrados de elementos de concreto armado tipo losa. Esta función permite reducir a la mitad el tiempo requerido para cuantificar este tipo de elementos. En la herramienta Excel es necesario realizar cálculos manuales para obtener mediciones.

Figura 10

Parámetro medrado elemento tipo losa en Excel

Item	Descripción	Unidad	Cant.	Nº Vec.	Long.(m)	Kg/m	Total
189	OBRAS DE CONCRETO ARMADO						
190	ZAPATAS						
191	CONCRETO EN ZAPATAS F'c=210 Kg/cm2	m3					33.60
192	ZAPATA CORRIDAS		1.00		ÁREA=	67.20 0.50	33.60
194	ACERO Fy= 4200Kg/cm2 EN ZAPATAS	kg					2446.20
196	ZAPATAS EN EJE 2A (1 UNIDADES)						
198	Acero sup. en "X" Ø5/8 @ 0.20 m		1.00	23.00	1.80	1.56	64.58
199	Acero sup. en "Y" Ø5/8 @ 0.20 m		1.00	8.00	9.76	1.56	121.80
200	Acero inf. en "X" Ø5/8 @ 0.20 m		1.00	23.00	1.80	1.56	64.58
201	Acero inf. en "Y" Ø5/8 @ 0.20 m		1.00	8.00	9.76	1.56	121.80
203	ZAPATAS EN EJE 2E (1 UNIDADES)						
204	Acero sup. en "X" Ø5/8 @ 0.20 m		1.00	23.00	0.88	1.56	31.57
205	Acero sup. en "Y" Ø5/8 @ 0.20 m		1.00	4.00	9.76	1.56	60.90
206	Acero inf. en "X" Ø5/8 @ 0.20 m		1.00	23.00	0.88	1.56	31.57
207	Acero inf. en "Y" Ø5/8 @ 0.20 m		1.00	4.00	9.76	1.56	60.90
209	ZAPATAS EN EJE A2 (1 UNIDADES)						
210	Acero sup. en "X" Ø5/8 @ 0.20 m		1.00	8.00	15.53	1.56	193.81
211	Acero sup. en "Y" Ø5/8 @ 0.20 m		1.00	60.00	1.80	1.56	168.48
212	Acero inf. en "X" Ø5/8 @ 0.20 m		1.00	8.00	15.83	1.56	197.56
213	Acero inf. en "Y" Ø5/8 @ 0.20 m		1.00	60.00	1.80	1.56	168.48
215	ZAPATAS EN EJE B2 (1 UNIDADES)						
216	Acero sup. en "X" Ø5/8 @ 0.20 m		1.00	13.00	15.53	1.56	314.95
217	Acero sup. en "Y" Ø5/8 @ 0.20 m		1.00	60.00	2.80	1.56	262.08
218	Acero inf. en "X" Ø5/8 @ 0.20 m		1.00	13.00	15.83	1.56	321.03
219	Acero inf. en "Y" Ø5/8 @ 0.20 m		1.00	60.00	2.80	1.56	262.08
221	VIGAS DE CIMENTACION/CONEXION						

Nota: Captura de pantalla del parámetro medrado elemento tipo losa en Excel.

Figura 11

Parámetro medrado elemento tipo losa en Sigma R20

ID	Descripción	Díametro	C/Cada	Gancho	Empalme	Barra	QReal
1	As en X	Ø1/2"	0.200	0.350	0.250	8.000	0.175
2	As en Y	Ø1/2"	0.200	0.350	0.250	8.000	0.175

Nota: Captura de pantalla del parámetro medrado elemento tipo losa en Sigma R20.

Tabla 12*Resultados de parámetro Metrados elementos tipo Muro*

PARÁMETRO		Metrados de elementos - Muros	
PROYECTO	BLOQUE	TIEMPO (min)	
		EXCEL/S10	SIGMA R20
I.E. 16869 PRIMARIA	P1-PORTICO	8.90	4.20
	P2-ADMINISTRACIÓN	9.30	4.40
	P3-BIBLIOTECA	9.70	4.60
	P4-SS.HH	8.70	4.10
	P5-AULA DOBLE	8.00	3.80
	P6-SUM-TALLER	10.50	5.00
	P7-LOSA DEPORTIVA	9.70	4.60
	P8-DEP. DE HERRAMIENTAS	9.90	4.70
	P9-TANQUE ELEVADO	8.20	3.90
	P10-BIODIGESTOR	6.30	3.00
	P11-PLAZA DE INGRESO	8.70	4.10
	P12-SUBESTACION	9.30	4.40
	P13-OBRAS EXTERIORES	8.90	4.20
I.E. 481 - INICIAL	P1-PORTICO	8.00	3.80
	P2-AULA SUM	5.70	2.70
	P3-ADMINISTRACIÓN	11.40	5.40
	P4-ÁREA DE JUEGOS	9.30	4.40
	P5-TANQUE ELEVADO	9.70	4.60
	P6-SUBESTACION	11.40	5.40
	P17-OBRAS EXTERIORES	9.90	4.70
PROMEDIO		9.08	4.30

Nota: Resultados obtenidos mediante la ficha técnica.

Sigma R20, dispone de formularios que permiten elaborar metrados de elementos de concreto armado tipo muro. Esta función permite reducir a la mitad el tiempo requerido para cuantificar este tipo de elementos. En la herramienta Excel es necesario realizar cálculos manuales para obtener mediciones.

Figura 12

Parámetro medrado elemento tipo muro en Excel

Item	Material	Unit	Value
269	SOBRECIMENTOS		
270	CONCRETO FC= 175 KG/CM2. EN SOBRECIMENTOS	m ³	2.58
271	LA LONGITUD SE ESTÁ CONSIDERANDO ENTRE CARA Y CARA DE COLUMNETA		
272	EJE 2A ENTRE EJES:		
273	EJE C1 - EJE B2	1.00	1.40
274	EJE B2 - EJE A2	1.00	1.40
275	EJE 2D ENTRE EJES:		
276	EJE C1 - EJE B2	1.00	2.87
277	EJE B2 - EJE A2	1.00	1.59
278	EJE 2E ENTRE EJES:		
279	EJE C2 - EJE B2	1.00	1.40
280	EJE B2 - EJE A2	1.00	1.40
281	EJE A2 ENTRE EJES:		
282	EJE 2A - EJE 2B	1.00	2.50
283	EJE 2B - EJE 2C	1.00	2.30
284	EJE 2C - EJE 2D	1.00	2.29
285	EJE 2D - EJE 2E	1.00	2.50
286	EJE C2 ENTRE EJES:		
287	EJE 2A - EJE 2B	1.00	1.01
288	EJE 2B - EJE 2C	1.00	1.89
289	EJE 2C - EJE 2D	1.00	1.89
290	EJE 2D - EJE 2E	1.00	1.01
291	ACERO FY= 4200Kg/cm2 EN SOBRECIMENTOS	kg	422.66

Nota: Captura de pantalla del parámetro medrado elemento tipo muro en Excel.

Figura 13

Parámetro medrado elemento tipo muro en Sigma R20

Parametro Medrado - BQ-12 - SUM COMEDOR COCINA

Elemento: Muro, Cant.: 1.0

Geometría

- Recub.: 0.035
- Ancho: 0.150
- Alto: 1.000
- H Base: 0.400

Reforz Long

- Capas: 2
- Tamaño: Ø3/8"
- Cada: 0.200
- Gancho 1: Si
- Gancho 2: Si

Lado 1

- Tamaño: Ø3/8"
- Cada: 0.200
- Gancho 1: Si
- Gancho 2: Si

Lado 2

- Tamaño: Ø3/8"
- Cada: 0.200
- Gancho 1: Si
- Gancho 2: Si

Total: 10.000m

Nota: Captura de pantalla del parámetro medrado elemento tipo muro en Sigma R20.

Tabla 13*Resultados de parámetro Medrado elementos tipo Columna*

PARÁMETRO		Metrados de elementos - Columnas	
PROYECTO	BLOQUE	TIEMPO (min)	
		EXCEL/S10	SIGMA R20
I.E. 16869 PRIMARIA	P1-PORTICO	9.00	4.00
	P2-ADMINISTRACIÓN	9.50	4.20
	P3-BIBLIOTECA	9.90	4.40
	P4-SS.HH	8.80	3.90
	P5-AULA DOBLE	8.40	3.70
	P6-SUM-TALLER	10.80	4.80
	P7-LOSA DEPORTIVA	9.90	4.40
	P8-DEP. DE HERRAMIENTAS	10.20	4.50
	P9-TANQUE ELEVADO	8.60	3.80
	P10-BIODIGESTOR	6.60	2.90
	P11-PLAZA DE INGRESO	8.80	3.90
	P12-SUBESTACION	9.50	4.20
	P13-OBRAS EXTERIORES	9.00	4.00
I.E. 481 - INICIAL	P1-PORTICO	8.40	3.70
	P2-AULA SUM	5.90	2.60
	P3-ADMINISTRACIÓN	11.70	5.20
	P4-ÁREA DE JUEGOS	9.50	4.20
	P5-TANQUE ELEVADO	9.90	4.40
	P6-SUBESTACION	11.70	5.20
	P17-OBRAS EXTERIORES	10.20	4.50
PROMEDIO		9.32	4.13

Nota: Resultados obtenidos mediante la ficha técnica.

Sigma R20, dispone de formularios que permiten elaborar metrados de elementos de concreto armado tipo columna. Esta función permite reducir a la mitad el tiempo requerido para cuantificar este tipo de elementos. En la herramienta Excel es necesario realizar cálculos manuales para obtener mediciones.

Figura 14

Parámetro medrado elemento tipo columna en Excel

Item	Descripción	Unidad	Cantidad
439	02.03.06 COLUMNAS		
440	02.03.06.01 CONCRETO EN COLUMNAS F'C=210 Kg/cm2	m3	20.68
441	SE ESTÁ CONSIDERANDO DESDE LA PARTE SUPERIOR DE LA ZAPATA, HASTA EL NIVEL DEL TECHO, QUE SERÍA (8.30)		
442	COLUMNA "L"		
443	C3	4.00	AREA= 0.183 8.30 6.08
444	COLUMNA T		
445	C2	4.00	AREA= 0.250 8.30 8.30
446	MC2	2.00	AREA= 0.380 8.30 6.31
449			
450	02.03.06.02 ACERO F'Y= 4200Kg/cm2 EN COLUMNAS	kg	3752.57
451	PRIMER Y SEGUNDO NIVEL		
452	COLUMNAS "L"		
453	C3	cant.	Nº Vec. Long.(m) kg/m
454	Acero vertical (12 de 5/8")	4.00	12.00 9.25 1.55 688.20
455	Estribos (Ø 3/8"-1@.05, 8@.10, Rto @.15 A/S)	4.00	65.00 1.42 0.56 206.75
456	Estribos (Ø 3/8"-1@.05, 8@.10, Rto @.15 A/S)	4.00	65.00 2.58 0.56 375.65
457	Estribos (Ø 3/8"-1@.05, 8@.10, Rto @.15 A/S)	4.00	65.00 0.70 0.56 101.92
458	COLUMNA "T"		
459	C2	cant.	Nº Vec. Long.(m) kg/m
460	Acero vertical (10de 5/8")	4.00	10.00 9.95 1.55 616.90
461	Acero vertical (Ø de 1/2")	4.00	8.00 9.95 0.99 316.49
462	Estribos (Ø 3/8"-1@.05, 8@.10, Rto @.15 A/S)	4.00	59.00 3.15 0.56 416.30
463	Estribos (Ø 3/8"-1@.05, 8@.10, Rto @.15 A/S)	4.00	59.00 0.93 0.56 122.91
464	MC2		
465	Acero vertical (10de 5/8")	2.00	10.00 9.95 1.55 308.45
466	Acero vertical (Ø de 1/2")	2.00	8.00 9.95 0.99 158.24
467	Estribos (Ø 3/8"-1@.05, 8@.10, Rto @.15 A/S)	2.00	59.00 4.12 0.56 272.25

Nota: Captura de pantalla del parámetro medrado elemento tipo columna en Excel.

Figura 15

Parámetro medrado elemento tipo columna en Sigma R20

Parámetro	ID	Pérdida Asignada	Unidad	Ancho	Largo	Alto	Parcial
Concreto	67	CONCRETO EN COLUMNAS	m3	11.000	1.200	1.200	20.58
Encofrado	68	ENCOFRADO Y DESMOLDADO	m2	11.000	1.200	1.200	11.00
Acero	69	ACERO EN COLUMNAS F...	kg	11.000	1.200	1.200	15.80

Nota: Captura de pantalla del parámetro medrado elemento tipo columna en Sigma R20.

Tabla 14*Resultados de parámetro Medrado elementos tipo Viga*

PARÁMETRO		Metrados de elementos - Vigas	
PROYECTO	BLOQUE	TIEMPO (min)	
		EXCEL/S10	SIGMA R20
I.E. 16869 PRIMARIA	P1-PORTICO	8.70	4.30
	P2-ADMINISTRACIÓN	9.10	4.50
	P3-BIBLIOTECA	9.50	4.70
	P4-SS.HH	8.50	4.20
	P5-AULA DOBLE	8.10	4.00
	P6-SUM-TALLER	10.60	5.20
	P7-LOSA DEPORTIVA	9.50	4.70
	P8-DEP. DE HERRAMIENTAS	9.70	4.80
	P9-TANQUE ELEVADO	8.30	4.10
	P10-BIODIGESTOR	6.30	3.10
	P11-PLAZA DE INGRESO	8.50	4.20
	P12-SUBESTACION	9.10	4.50
	P13-OBRAS EXTERIORES	8.70	4.30
I.E. 481 - INICIAL	P1-PORTICO	8.10	4.00
	P2-AULA SUM	5.70	2.80
	P3-ADMINISTRACIÓN	11.40	5.60
	P4-ÁREA DE JUEGOS	9.10	4.50
	P5-TANQUE ELEVADO	9.50	4.70
	P6-SUBESTACION	11.40	5.60
	P17-OBRAS EXTERIORES	9.70	4.80
PROMEDIO		8.98	4.43

Nota: Resultados obtenidos mediante la ficha técnica.

Sigma R20, dispone de formularios que permiten elaborar metrados de elementos de concreto armado tipo viga. Esta función permite reducir a la mitad el tiempo requerido para cuantificar este tipo de elementos. En la herramienta Excel es necesario realizar cálculos manuales para obtener mediciones.

Figura 16

Parámetro medrado elemento tipo viga en Excel

Elemento	Material	Perim.	Volado	Volado	Volado
EJE B3		1.00	PERM.	0.64	3.85
02.03.08 VIGAS					
02.03.08.01 CONCRETO EN VIGAS F'C=210 Kg/cm2					28.52
SE ESTÁ CONSIDERANDO ENTRE CARA Y CARA DE COLUMNA					
PRIMER NIVEL					
PÓRTICO 2A: V25X60 ENTRE EJES:					
VOLADO	1.00	1.95	0.25	0.40	0.20
EJE C2 - B2	1.00	1.98	0.25	0.60	0.30
EJE B2 - A2	1.00	1.98	0.25	0.60	0.30
ESPESOR QUE SOBRESALE DE DEL MURO ESTRUCTURAL	1.00	2.00	0.02	0.60	0.02
PÓRTICO 2B: V30X60 ENTRE EJES:					
VOLADO	1.00	1.95	0.30	0.40	0.23
EJE C2 - A2	1.00	3.17	0.30	0.60	0.57
PÓRTICO 2C: V30X60 ENTRE EJES:					
VOLADO	1.00	1.95	0.30	0.40	0.23
EJE C2 - A2	1.00	3.17	0.30	0.60	0.57
PÓRTICO 2D: V30X60 ENTRE EJES:					
VOLADO	1.00	1.95	0.30	0.40	0.23
EJE C2 - A2	1.00	3.17	0.30	0.60	0.57
PÓRTICO 2E: V25X60 ENTRE EJES:					
VOLADO	1.00	1.95	0.25	0.40	0.20
EJE C2 - B2	1.00	1.98	0.25	0.60	0.30
EJE B2 - A2	1.00	1.98	0.25	0.60	0.30
ESPESOR QUE SOBRESALE DE DEL MURO ESTRUCTURAL	1.00	2.00	0.02	0.60	0.02

Nota: Captura de pantalla del parámetro medrado elemento tipo viga en Excel.

Figura 17

Parámetro medrado elemento tipo viga en Sigma R20

Parámetro	ID	Partida Asignada
Concreto	B1	CONCRETO EN VIGAS Fc=210kg/cm2
Encofrado	B2	ENCOFRADO Y DESEN. DE VIGAS
Acero	B3	ACERO EN VIGAS fy=4200kg/cm2

Nota: Captura de pantalla del parámetro medrado elemento tipo viga en Sigma R20.

Tabla 15*Resultados de parámetro Generación de Parciales*

PARÁMETRO		Generación de Parciales	
PROYECTO	BLOQUE	TIEMPO (min)	
		EXCEL/S10	SIGMA R20
I.E. 16869 PRIMARIA	P1-PORTICO	7.50	0.25
	P2-ADMINISTRACIÓN	8.20	0.25
	P3-BIBLIOTECA	12.50	0.25
	P4-SS.HH	10.90	0.25
	P5-AULA DOBLE	15.30	0.25
	P6-SUM-TALLER	14.80	0.25
	P7-LOSA DEPORTIVA	12.90	0.25
	P8-DEP. DE HERRAMIENTAS	6.80	0.25
	P9-TANQUE ELEVADO	4.50	0.25
	P10-BIODIGESTOR	6.20	0.25
	P11-PLAZA DE INGRESO	10.50	0.25
	P12-SUBESTACION	7.20	0.25
	P13-OBRAS EXTERIORES	13.90	0.25
I.E. 481 - INICIAL	P1-PORTICO	5.90	0.25
	P2-AULA SUM	11.40	0.25
	P3-ADMINISTRACIÓN	9.60	0.25
	P4-ÁREA DE JUEGOS	8.00	0.25
	P5-TANQUE ELEVADO	7.80	0.25
	P6-SUBESTACION	4.50	0.25
	P17-OBRAS EXTERIORES	9.80	0.25
PROMEDIO		9.41	0.25

Nota: Resultados obtenidos mediante la ficha técnica.

En Excel, es necesario realizar constantes verificaciones de las sumas al momento de realizar los metrados, generando fórmulas de celdas para tratar de automatizar la suma, esta tarea tiene una demanda considerable tiempo. En Sigma R20 este proceso es automático al momento de generar informes de metrados, y se actualiza conforme agregamos información de mediciones.

Figura 18

Parámetro generación de parciales en Excel

METRADOS EJEMPLO.xls [Modo de compatibilidad] - Excel

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista Nitro Pro ¿Qué desea hacer?

Normal Ver salt. Pág. de página personalizadas Vistas Vistas de libro Regla Líneas de cuadrícula Encabezados Barra de fórmulas Zoom 100% Ampliar selección Nueva ventana Organizar todo Inmovilizar todo Dividir Ocultar Mostrar Ver en paralelo Desplazamiento sincrónico Restablecer posición de la ventana Cambiar ventanas

SUMA $=\text{REDONDEAR}(\text{SUMA}(\text{H745:H854});2)$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
739		ENTRE EJES B3 Y B4		2.00	PERIM =	0.50	3.35	3.35					
740													
741		COLUMNETAS "C"											
742		EJE B3		1.00	PERIM =	0.64	3.85	2.46					
743													
744	02.03.08	VIGAS											
745	02.03.08.01	CONCRETO EN VIGAS F'C=210 Kg/cm2	m3										
746													
747		SE ESTÁ CONSIDERANDO ENTRE CARA Y CARA DE COLUMNA											
748													
749		PRIMER NIVEL											
750													
751		PÓRTICO 2A: V25X60 ENTRE EJES:											
752		VOLADO		1.00	1.95	0.25	0.40	0.20					
753		EJE C2 - B2		1.00	1.98	0.25	0.60	0.30					
754		EJE B2 - A2		1.00	1.90	0.25	0.60	0.30					
755		ESPESOR QUE SOBRESALE DE DEL MURO ESTRUCTURAL		1.00	2.00		0.60	0.02					
756													
757		PÓRTICO 2B: V30X60 ENTRE EJES:											
758		VOLADO		1.00	1.95	0.30	0.40	0.23					
759		EJE C2 - A2		1.00	3.17	0.30	0.60	0.57					
760													
761		PÓRTICO 2C: V30X60 ENTRE EJES:											
762		VOLADO		1.00	1.95	0.30	0.40	0.23					
763		EJE C2 - A2		1.00	3.17	0.30	0.60	0.57					
764													
765		PÓRTICO 2D: V30X60 ENTRE EJES:											
766		VOLADO		1.00	1.95	0.30	0.40	0.23					
767		EJE C2 - A2		1.00	3.17	0.30	0.60	0.57					
768													
769		PÓRTICO 2E: V25X60 ENTRE EJES:											
770		VOLADO		1.00	1.95	0.25	0.40	0.20					
771		EJE C2 - B2		1.00	1.98	0.25	0.60	0.30					

RESUMEN B1-ok B1I-ok B1II-ok B1V- B1V-ok B1VI-ok B1VII-ok B1VIII-ok B1IX-ok B1X-ok B1XI_1-ok B1XI_2-ok B1XII-ok B1XIII-ok B1XIV-ok

Nota: Captura de pantalla del parámetro generación de parciales en Excel.

Figura 19

Parámetro generación de parciales en Sigma R20

BQ-12 - SUM COMEDOR COCINA - Sigma R20 - ESTRUCTURAS LA MALAPA,sgm

Sigma R20 - Inicio Proyecto Métodos Presupuesto Informes Cronogramas Seguimiento Acerca de

Abrir Metrado de Bloques Metrado por Módulos Metrados por defecto Metrados Procesar Metrados Inspeccionar Usar Bloques Resumen por Bloques Detalle de Metrados Detalle de Bloques Reportes/Consultas de Bloques Metrados por Elemento Acerca de Referencia

Bloques BQ-12 - SUM COMEDOR COCINA 147 Registros

Elementos	Nombre	Partida	Und.	Descripción	Cantidad	Ancho	Largo	Alto	Parcial
BQ-12	Area de Bloque	229	m²	EXCAVACIONES MANUALES HASTA 1.7m	2,000	0.500	11,000	6.900	8,800
BQ-12	Zapata ET02		m²	RELLENADO Y ARMOSADO	2,000	0.500	11,000	6.300	11,000
BQ-12	Viga VC-01 ejes 1B y 3B		m³	CONCRETO EN VIGAS DE CILA. f'c=210kg/cm²	2,000	0.300	16,950	6.400	3,300
BQ-12	Cemento Corrido M-1		m³	ENCOFRADO Y DESENC. DE VIGAS DE C	2,000	0.800	16,950	6.400	4,068
BQ-12	Cemento Corrido M-3		m³	ELIMINACION DE MATERIAL GUAQUIN...	2,500	0.500	11,000	6.500	77,120
BQ-12	Cemento Corrido M-5		m³	ACARREO DE MAT. EXCEDENTE OPRIM...	2,500	0.500	11,000	6.500	6,875
BQ-12	Cemento Corrido M-6		m³	CURADO DE VIGAS DE CIMENTACION	2,000	0.800	16,950	6.400	27,120
BQ-12	Columna C2								

Partidas de Referencia

Partida	Und.	Descripción	Tamaño	Canb...	Piezas	Longitud	Kg/m	Parcial (kg)
ACERO EN VIGAS DE CIM. f'y=4200kg/cm²	kg	As Long	Ø1/2"	2,000	8,000	19,650	0.994	312,514
ACERO EN VIGAS DE CIM. f'y=4200kg/cm²	kg	Estrébo T1	Ø3/8"	2,000	19,000	1,350	0.550	27,216
ACERO EN VIGAS DE CIM. f'y=4200kg/cm²	kg	Estrébo T2	Ø3/8"	2,000	19,000	1,350	0.550	28,728
ACERO EN VIGAS DE CIM. f'y=4200kg/cm²	kg	Estrébo T3	Ø3/8"	2,000	19,000	1,380	0.550	28,728
ACERO EN VIGAS DE CIM. f'y=4200kg/cm²	kg	Estrébo T4	Ø3/8"	2,000	19,000	1,380	0.550	28,728

Nota: Captura de pantalla del parámetro generación de parciales en Sigma R20.

Tabla 16*Resultados de parámetro Duplicar Metrado*

PARÁMETRO		Duplicar el metrados de un elemento	
PROYECTO	BLOQUE	TIEMPO (min)	
		EXCEL/S10	SIGMA R20
I.E. 16869 PRIMARIA	P1-PORTICO	8.00	1.00
	P2-ADMINISTRACIÓN	8.80	1.00
	P3-BIBLIOTECA	13.40	1.00
	P4-SS.HH	11.70	1.00
	P5-AULA DOBLE	16.30	1.00
	P6-SUM-TALLER	15.80	1.00
	P7-LOSA DEPORTIVA	13.80	1.00
	P8-DEP. DE HERRAMIENTAS	7.30	1.00
	P9-TANQUE ELEVADO	4.80	1.00
	P10-BIODIGESTOR	6.70	1.00
	P11-PLAZA DE INGRESO	11.20	1.00
	P12-SUBESTACION	7.70	1.00
	P13-OBRAS EXTERIORES	14.90	1.00
I.E. 481 - INICIAL	P1-PORTICO	6.30	1.00
	P2-AULA SUM	12.20	1.00
	P3-ADMINISTRACIÓN	10.30	1.00
	P4-ÁREA DE JUEGOS	8.60	1.00
	P5-TANQUE ELEVADO	8.40	1.00
	P6-SUBESTACION	4.80	1.00
	P17-OBRAS EXTERIORES	10.50	1.00
PROMEDIO		10.08	1.00

Nota: Resultados obtenidos mediante la ficha técnica.

Para realizar una copia del metrado de un elemento similar en la herramienta Excel requiere de revisar manualmente cada partida en la hoja de metrado e ir insertando una copia de fila que contiene esa información para luego editarlo con los nuevos valores. En Sigma R20, solo es necesario presionar un botón, para mostrar una copia del elemento para editar su información.

Tabla 17*Resultados de parámetro Editar Metrado*

PARÁMETRO		Editar el metrado de un elemento	
PROYECTO	BLOQUE	TIEMPO (min)	
		EXCEL/S10	SIGMA R20
I.E. 16869 PRIMARIA	P1-PORTICO	12.60	5.10
	P2-ADMINISTRACIÓN	13.80	5.30
	P3-BIBLIOTECA	21.00	5.50
	P4-SS.HH	18.40	5.00
	P5-AULA DOBLE	25.60	4.70
	P6-SUM-TALLER	24.80	6.10
	P7-LOSA DEPORTIVA	21.70	5.50
	P8-DEP. DE HERRAMIENTAS	11.50	5.70
	P9-TANQUE ELEVADO	7.60	4.80
	P10-BIODIGESTOR	10.50	3.70
	P11-PLAZA DE INGRESO	17.60	5.00
	P12-SUBESTACION	12.10	5.30
	P13-OBRAS EXTERIORES	23.40	5.10
I.E. 481 - INICIAL	P1-PORTICO	9.90	4.70
	P2-AULA SUM	19.20	3.30
	P3-ADMINISTRACIÓN	16.20	6.60
	P4-ÁREA DE JUEGOS	13.50	5.30
	P5-TANQUE ELEVADO	13.20	5.50
	P6-SUBESTACION	7.60	6.60
	P17-OBRAS EXTERIORES	16.50	5.70
PROMEDIO		15.84	5.23

Nota: Resultados obtenidos mediante la ficha técnica.

En la herramienta Excel, esta tarea resulta tediosa cuando el metrado del elemento está presente en varias partidas. Es necesario buscar manualmente cada aparición de este elemento en la hoja de metrados. En Sigma R20, al mostrar solo las partidas en la que el elemento tiene mediciones, facilita y reduce el tiempo de edición a la tercera parte.

Tabla 18*Resultados de parámetro Eliminar Metrado*

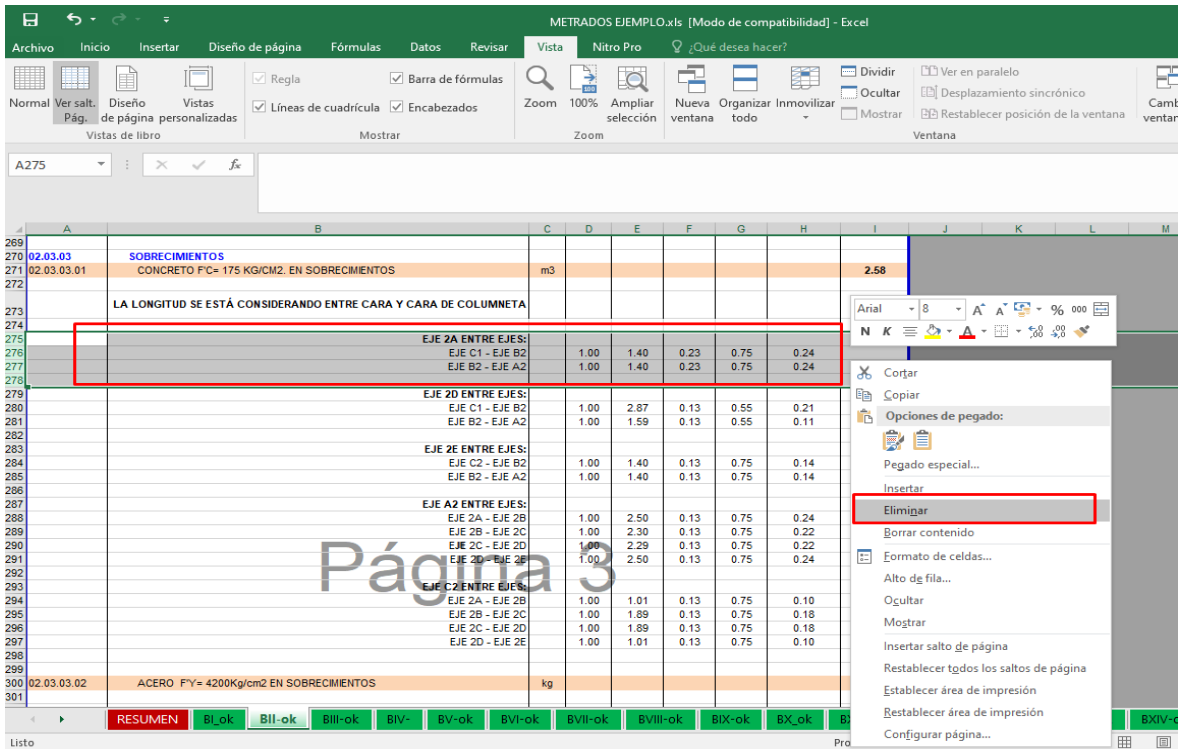
PARÁMETRO		Eliminar el metrado de un elemento	
PROYECTO	BLOQUE	TIEMPO (min)	
		EXCEL/S10	SIGMA R20
I.E. 16869 PRIMARIA	P1-PORTICO	5.00	0.20
	P2-ADMINISTRACIÓN	5.40	0.20
	P3-BIBLIOTECA	8.20	0.20
	P4-SS.HH	7.20	0.20
	P5-AULA DOBLE	10.00	0.20
	P6-SUM-TALLER	9.70	0.20
	P7-LOSA DEPORTIVA	8.50	0.20
	P8-DEP. DE HERRAMIENTAS	4.50	0.20
	P9-TANQUE ELEVADO	3.00	0.20
	P10-BIODIGESTOR	4.10	0.20
	P11-PLAZA DE INGRESO	6.90	0.20
	P12-SUBESTACION	4.80	0.20
	P13-OBRA EXTERIORES	9.20	0.20
I.E. 481 - INICIAL	P1-PORTICO	3.90	0.20
	P2-AULA SUM	7.50	0.20
	P3-ADMINISTRACIÓN	6.40	0.20
	P4-ÁREA DE JUEGOS	5.30	0.20
	P5-TANQUE ELEVADO	5.20	0.20
	P6-SUBESTACION	3.00	0.20
	P17-OBRA EXTERIORES	6.50	0.20
PROMEDIO		6.22	0.20

Nota: Resultados obtenidos mediante la ficha técnica.

La lógica de esta tarea es muy similar a editar el metrado de un elemento. En la herramienta Excel, es necesario buscar manualmente cada aparición de este elemento en la hoja de metrados, para eliminar el metrado. En Sigma R20, al eliminar el elemento de la lista, automáticamente se elimina las mediciones en cada partida en las que esté presente dicho elemento.

Figura 20

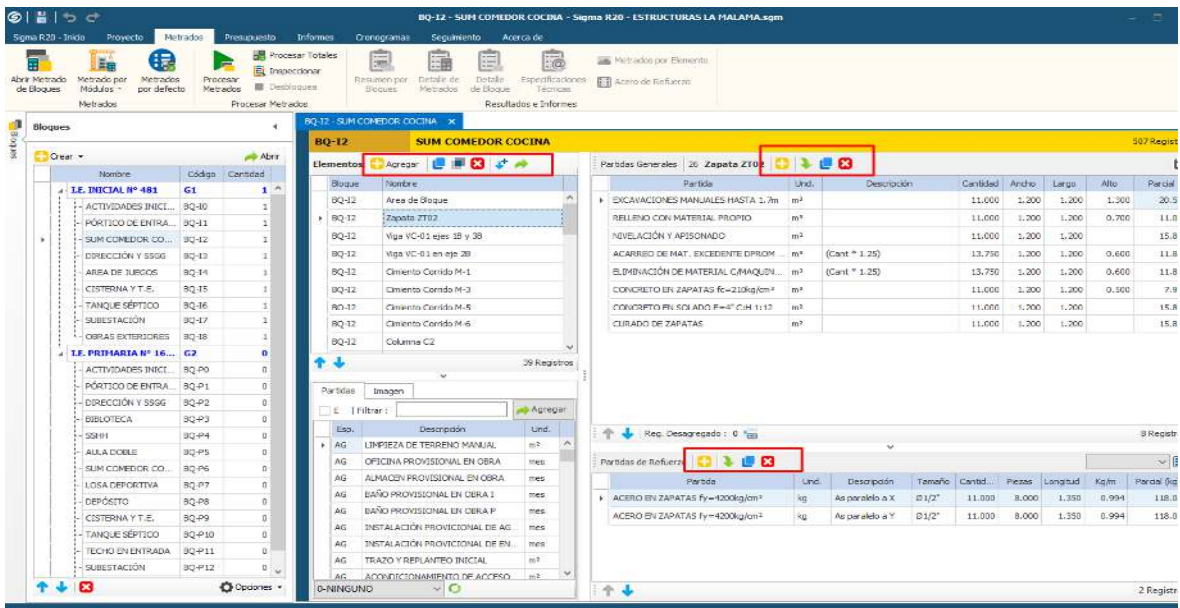
Parámetro duplicar, editar y eliminar metrados en Excel



Nota: Captura de pantalla del parámetro eliminar metrado en Excel.

Figura 21

Parámetro duplicar, editar y eliminar metrados en Sigma R20



Nota: Captura de pantalla del parámetro eliminar metrado en Sigma R20.

4.2. Resultados en la Etapa de Análisis de Costos Unitarios

Tabla 19

Resultados de parámetro Definición de Recursos

PARÁMETRO		Definición del recurso o insumos	
PROYECTO	BLOQUE	TIEMPO (min)	
		EXCEL/S10	SIGMA R20
I.E. 16869 PRIMARIA	P1-PORTICO	1.80	1.50
	P2-ADMINISTRACIÓN	1.90	1.60
	P3-BIBLIOTECA	1.40	1.20
	P4-SS.HH	1.70	1.40
	P5-AULA DOBLE	2.10	1.80
	P6-SUM-TALLER	2.00	1.70
	P7-LOSA DEPORTIVA	1.90	1.60
	P8-DEP. DE HERRAMIENTAS	1.80	1.50
	P9-TANQUE ELEVADO	1.50	1.30
	P10-BIODIGESTOR	1.70	1.40
	P11-PLAZA DE INGRESO	2.10	1.80
	P12-SUBESTACION	1.90	1.60
	P13-OBRAS EXTERIORES	2.00	1.70
I.E. 481 - INICIAL	P1-PORTICO	1.90	1.60
	P2-AULA SUM	1.70	1.40
	P3-ADMINISTRACIÓN	1.90	1.60
	P4-ÁREA DE JUEGOS	1.70	1.40
	P5-TANQUE ELEVADO	1.50	1.30
	P6-SUBESTACION	1.70	1.40
	P17-OBRAS EXTERIORES	1.30	1.10
PROMEDIO		1.78	1.50

Nota: Resultados obtenidos mediante la ficha técnica.

De la Tabla 19 podemos observar que las mediciones de este parámetro son muy similares entre los programas S10 y Sigma R20. Ambos tienen las mismas herramientas necesarias para ejecutar esta tarea.

Figura 22

Parámetro definición de recursos en S10

Código	Descripción	Und.	Cantidad	Precio \$/	Parcial
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LMANO	hh	780.0331	25.07	19,054.03
0147000029	SOLDADOR	hh	40.4815	25.07	1,014.87
0147010001	CAPATAZ	hh	509.5805	26.79	13,651.66
0147010002	OPERARIO	hh	3,805.0262	24.45	93,032.89
0147010003	OFICIAL	hh	3,882.1728	19.27	74,809.47
0147010004	PEON	hh	4,484.4285	17.41	78,073.90
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	678.8472	5.30	3,597.89
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg	636.2888	5.30	3,372.33
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	209.7685	5.80	1,216.66
0202010006	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg	209.7745	5.50	1,153.76
0202150002	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg	209.7745	5.50	1,153.76
0202510101	PERNO ASTM TIPO "J" DE 5/8" x 14" C/TUERCA	und	48.0000	40.00	1,920.00
0202510102	PERNO ASTM TIPO "J" DE 1/2" x 15" C/TUERCA	und	72.0000	35.00	2,520.00
0202510103	PERNO ASTM DE 1/2" x 6" C/TUERCA	und	684.0000	25.00	17,100.00
0202510104	PERNO ASTM DE 3/8" x 5" C/TUERCA	und	520.0000	15.00	7,800.00
0202510105	PERNO ASTM DE 1/2" x 5" C/TUERCA	und	96.0000	20.00	1,920.00
0202700035	TORNILLO AUTOPERFORANTE 5x50mm	und	1,728.0000	0.50	864.00
0202700036	PERNO TIRAFON 1/4" x 2 1/2"	und	156.0000	0.80	124.80
0203030048	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRAC	kg	35,639.5711	4.85	172,851.92
0204000000	ARENA FINA	m3	7.1843	95.00	682.51
0204000006	ARENA GRUESA	m3	286.9775	60.00	17,218.65

Nota: Captura de pantalla de la ventana de Insumos en S10.

Figura 23

Parámetro definición de recursos en Sigma R20

Tipo	Índice	Recurso	Unidad	Precio	Case	Flete	Peso/Cap
A	47	TOPOGRAFO	hh	22.90			
A	47	OPERARIO	hh	17.50			
A	47	OFICIAL	hh	14.50			
A	47	PEON	hh	14.50			
B	4	ARENA FINA	m³	95.00	Agregado	Volumen	8.00
B	4	ARENA GRUESA PROCESADA	m³	75.00	Agregado	Volumen	8.00
B	4	ARENA CEDI 1/4"	m³	75.00	Agregado	Volumen	8.00
B	5	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m³	80.00	Agregado	Volumen	8.00
B	39	AFIRMADO	m²	50.00	Agregado	Volumen	8.00
B	38	HORMIGON	m³	60.00	Agregado	Volumen	8.00
B	38	PIEDRA MEDIADA TM-4"	m³	60.00	Agregado	Volumen	8.00
B	38	PIEDRA GRANDE TM-6"	m³	60.00	Agregado	Volumen	8.00
B	21	CEMENTO PORLAND TIPO 1	bt	28.50	Ferreteria	Peso	42.50
B	39	CAL HIDRATADA BOLSA 20 Kg	bt	18.00	Ferreteria	Peso	20.00
B	2	ALAMBRE RECOCIDO #16	kg	5.50	Ferreteria	Peso	1.00
B	2	ALAMBRE RECOCIDO #8	kg	5.50	Ferreteria	Peso	1.00
B	17	LADRILLO KING KONG 30%	und	1.00	Ferreteria	Peso	3.90
B	17	LADRILLO KING KONG 18%	und	1.00	Ferreteria	Peso	2.80
B	17	LADRILLO OPANDERETA	und	0.60	Ferreteria	Peso	2.00
B	17	LADRILLO ARTESANAL	und	0.60	Ferreteria	Peso	3.50
B	17	LADRILLO TECHO 20	und	2.00	Ferreteria	Peso	10.00
B	17	LADRILLO TECHO 15	und	2.00	Ferreteria	Peso	7.80

Nota: Captura de pantalla de la ventana de Recursos en Sigma R20.

Tabla 20*Resultados de parámetro Análisis de Costos Unitarios*

PARÁMETRO		Análisis de costo unitario	
PROYECTO	BLOQUE	TIEMPO (min)	
		EXCEL/S10	SIGMA R20
I.E. 16869 PRIMARIA	P1-PORTICO	5.00	4.40
	P2-ADMINISTRACIÓN	5.20	4.60
	P3-BIBLIOTECA	4.00	3.50
	P4-SS.HH	4.60	4.10
	P5-AULA DOBLE	5.90	5.20
	P6-SUM-TALLER	5.50	4.90
	P7-LOSA DEPORTIVA	5.20	4.60
	P8-DEP. DE HERRAMIENTAS	5.00	4.40
	P9-TANQUE ELEVADO	4.30	3.80
	P10-BIODIGESTOR	4.60	4.10
	P11-PLAZA DE INGRESO	5.90	5.20
	P12-SUBESTACION	5.20	4.60
	P13-OBRAS EXTERIORES	5.50	4.90
I.E. 481 - INICIAL	P1-PORTICO	5.20	4.60
	P2-AULA SUM	4.60	4.10
	P3-ADMINISTRACIÓN	5.20	4.60
	P4-ÁREA DE JUEGOS	4.60	4.10
	P5-TANQUE ELEVADO	4.30	3.80
	P6-SUBESTACION	4.60	4.10
	P17-OBRAS EXTERIORES	3.60	3.20
PROMEDIO		4.90	4.34

Nota: Resultados obtenidos mediante la ficha técnica.

De la Tabla 20 podemos observar que las mediciones de este parámetro son muy similares entre los programas S10 y Sigma R20. Ambos tienen las mismas herramientas necesarias para ejecutar esta tarea.

Figura 24

Parámetro Análisis de Costos Unitarios en S10

The screenshot shows the 'Hoja del Presupuesto' window in S10. The main table lists resources and materials with the following data:

Descripción Recurso	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/.)	Parcial
OPERADOR DE EQUIPO LVIANO	hh	1,0000	0,4000	25,07	10,03
CAPATAZ	hh	0,1000	0,0400	26,79	1,07
OPERARIO	hh	1,0000	0,4000	24,45	9,78
OFICIAL	hh	1,0000	0,4000	19,27	7,71
PEON	hh	6,0000	2,4000	17,41	41,78
ARENA GRUESA	m3		0,5000	60,00	30,00
PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3		0,5500	65,00	35,75
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	bol		9,5000	28,00	266,00
GASOLINA	gal		0,2528	18,63	4,71
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3,0000	70,37	2,11
MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11P3	hm	1,0000	0,4000	25,00	10,00
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	0,5000	0,2000	10,00	2,00

Nota: Captura de pantalla de la ventana de Análisis de Costos en S10.

Figura 25

Parámetro Análisis de Costos Unitarios en Sigma R20

The screenshot shows the 'ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS' window in Sigma R20. The main table lists resources with the following data:

Tipo	Índice	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial
A	47	TOPÓGRAFO	hh			22,96
A	47	OPERARIO	hh			17,50
A	47	OFICIAL	hh			14,50
A	47	PEON	hh			14,50
B	4	ARENA FINA	m³			95,00
B	4	ARENA GRUESA PROCESADA	m³			75,00
B	4	ARENA GRUESA	m³			75,00
B	5	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m³			80,00
B	30	APRIMADO	m³			50,00

Nota: Captura de pantalla de la ventana de Análisis de Costos en Sigma R20.

Tabla 21*Resultados de parámetro Duplicar Costo de Partida*

PARÁMETRO		Copiar el costo de otra partida	
PROYECTO	BLOQUE	TIEMPO (min)	
		EXCEL/S10	SIGMA R20
I.E. 16869 PRIMARIA	P1-PORTICO	2.30	2.00
	P2-ADMINISTRACIÓN	2.40	2.10
	P3-BIBLIOTECA	1.80	1.60
	P4-SS.HH	2.10	1.80
	P5-AULA DOBLE	2.60	2.30
	P6-SUM-TALLER	2.50	2.20
	P7-LOSA DEPORTIVA	2.40	2.10
	P8-DEP. DE HERRAMIENTAS	2.30	2.00
	P9-TANQUE ELEVADO	2.00	1.70
	P10-BIODIGESTOR	2.10	1.80
	P11-PLAZA DE INGRESO	2.60	2.30
	P12-SUBESTACION	2.40	2.10
	P13-OBRAS EXTERIORES	2.50	2.20
I.E. 481 - INICIAL	P1-PORTICO	2.40	2.10
	P2-AULA SUM	2.10	1.80
	P3-ADMINISTRACIÓN	2.40	2.10
	P4-ÁREA DE JUEGOS	2.10	1.80
	P5-TANQUE ELEVADO	2.00	1.70
	P6-SUBESTACION	2.10	1.80
	P17-OBRAS EXTERIORES	1.60	1.40
PROMEDIO		2.24	1.95

Nota: Resultados obtenidos mediante la ficha técnica.

Las mediciones de este parámetro son muy similares entre los programas S10 y Sigma R20. Ambos tienen las mismas herramientas necesarias para ejecutar esta tarea.

4.3. Resultados en la Etapa de Presupuestos

Tabla 22

Resultados de parámetro Creación de Presupuesto

PARÁMETRO		Creación de la estructura del presupuesto	
PROYECTO	BLOQUE	TIEMPO (min)	
		EXCEL/S10	SIGMA R20
I.E. 16869 PRIMARIA	P1-PORTICO	11.60	0.10
	P2-ADMINISTRACIÓN	12.70	0.10
	P3-BIBLIOTECA	19.30	0.10
	P4-SS.HH	16.90	0.10
	P5-AULA DOBLE	23.50	0.10
	P6-SUM-TALLER	22.70	0.10
	P7-LOSA DEPORTIVA	19.90	0.10
	P8-DEP. DE HERRAMIENTAS	10.60	0.10
	P9-TANQUE ELEVADO	7.00	0.10
	P10-BIODIGESTOR	9.70	0.10
	P11-PLAZA DE INGRESO	16.20	0.10
	P12-SUBESTACION	11.10	0.10
	P13-OBRAS EXTERIORES	21.50	0.10
I.E. 481 - INICIAL	P1-PORTICO	9.10	0.10
	P2-AULA SUM	17.60	0.10
	P3-ADMINISTRACIÓN	14.90	0.10
	P4-ÁREA DE JUEGOS	12.40	0.10
	P5-TANQUE ELEVADO	12.10	0.10
	P6-SUBESTACION	7.00	0.10
	P17-OBRAS EXTERIORES	15.10	0.10
PROMEDIO		14.55	0.10

Nota: Resultados obtenidos mediante la ficha técnica.

En la herramienta S10, es necesario crear la estructura de presupuesto igual a la estructura generada en el resumen de metrados de Excel, realizar esta tarea demanda de un tiempo considerable. En Sigma R20 esta función es automática, usando como referencia la estructura inicial.

Figura 26

Parámetro Creación de Presupuestos en S10

Item	Descripción	Und	Metrado	Precio	Parcial (S/.)
02	ESTRUCTURAS				954,429.63
02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				139,238.84
02.01.01	NIVELACION DE TERRENO				5,907.25
02.01.01.01	NIVELACION DE TERRENO C/MAQUINARIA	m2	1,458.58	4.05	5,907.25
02.01.02	EXCAVACIONES				32,594.47
02.01.02.01	EXCAVACION C/MAQUINARIA HASTA 1.70M.	m3	343.89	24.71	8,497.52
02.01.02.02	EXCAVACIONES EN MUROS DE CONTENCIÓN HASTA	m3	796.33	30.26	24,096.95
02.01.03	CORTES				2,861.22
02.01.03.01	CORTE SUPERFICIAL DE TERRENO	m3	175.32	16.32	2,861.22
02.01.04	RELLENOS				59,549.34
02.01.04.01	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	561.52	44.67	25,083.10
02.01.04.02	RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO AFIRMADO	m3	143.98	92.67	13,342.63
02.01.04.03	RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO ARENA	m3	49.70	127.17	6,320.35
02.01.04.04	RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO OVER 4" M	m3	63.99	122.67	7,849.65
02.01.04.05	RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO HORMIGÓN	m3	12.07	116.67	1,408.21
02.01.04.06	CONFORMACIÓN DE TIERRA AGRÍCOLA e=20cm	m3	65.24	85.00	5,545.40
02.01.05	NIVELACION INTERIOR Y APISONADO				4,266.90
02.01.05.01	NIVELACION Y APISONADO	m2	1,456.28	2.93	4,266.90
02.01.06	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE				34,059.66
02.01.06.01	ACARREO DE MAT. EXCEDENTE DPROM 30M	m3	729.17	20.69	15,086.53
02.01.06.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL C/MAQUINARIA D=1KM	m3	688.43	27.56	18,973.13
02.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				110,805.66
02.02.01	CIMENTO CORRIDO				19,726.53
02.02.01.01	CONCRETO EN CIMENTO CORRIDO C:H 1:10+30%PI	m3	73.86	267.08	19,726.53

Nota: Captura de pantalla de la ventana Estructura del Presupuesto en S10.

Figura 27

Parámetro Creación de Presupuestos en Sigma R20

Nombre	Código	Cantidad	Descripción	Und	Rend	Metrado	Costo
I.E. INICIAL N° 481	G1	1					
ACTIVIDADES INIC...	BQ-30	1					
PÓRTICO DE ENTR...	BQ-31	1					
SUM COMEDOR CO...	BQ-42	1					
DIRECCIÓN Y SSGG	BQ-13	1					
AREA DE JUEGOS	BQ-14	1					
CISTERNA Y T.E.	BQ-15	1					
TANQUE SÉPTICO	BQ-16	1					
SUBESTACIÓN	BQ-17	1					
OBRAS EXTERIORES	BQ-18	1					
I.E. PRIMARIA N° 1...	G2	0					
ACTIVIDADES INIC...	BQ-P0	0					
PÓRTICO DE ENTR...	BQ-P1	0					
DIRECCIÓN Y SSGG	BQ-P2	0					
BIBLIOTECA	BQ-P3	0					
SSH	BQ-P4	0					
AULA DOBLE	BQ-P5	0					
SUM COMEDOR CO...	BQ-P6	0					
LOSA DEPORTIVA	BQ-P7	0					
DEPÓSITO	BQ-P8	0					
CISTERNA Y T.E.	BQ-P9	0					
TANQUE SÉPTICO	BQ-P10	0					
TECNOLOGÍA EN...	BQ-P11	0					
OBRAS PROVISIONALES, ...	AG						
ESTRUCTURAS	ES						
ARQUITECTURA	AR						
INSTALACIONES SANITARIAS	IS						
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	IE						
EVACUACIÓN Y SEÑALIZACI...	EV						
MOVIMIENTO DE TIERRAS							
NIVELACIÓN DE TERRENO							
NIVELACIÓN DE TERRENO C/MAQUINARIA	m²	450...	4824.56	S/4.05			
EXCAVACIONES							
EXCAVACIONES MANUALES HASTA 1.7m	m³	3.50	1202.00	S/24.71			
EXCAVACIONES EN MUROS DE CONTENCIÓN HASTA 2.5m	m³	3.50	1608.09	S/30.26			
CORTES							
CORTE SUPERFICIAL DE TERRENO	m³	8.00	694.89	S/16.32			
RELLENOS							
RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m³	15.00	961.47	S/44.67			
RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO AFIRMADO	m³	25.00	1019.77	S/92.67			
RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO ARENA	m³	25.00	49.70	S/127.17			
RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO OVER 4" MAX	m³	15.00	267.42	S/122.67			
RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO HORMIGÓN	m³	20.00	24.13	S/116.67			
CONFORMACIÓN DE TIERRA AGRÍCOLA e=20cm	m³	6.00	151.57	S/85.00			
NIVELACION INTERIOR Y APISONADO							
NIVELACION Y APISONADO	m²	100...	3825.34	S/2.93			
ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE							
ACARREO DE MAT. EXCEDENTE DPROM 30M	m³	6.00	2227.39	S/20.69			
ELIMINACIÓN DE MATERIAL C/MAQUINARIA D=1KM	m³	250...	2128.09	S/27.56			
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE							
CIMENTO CORRIDO							

Nota: Captura de pantalla de la ventana Estructura del Proyecto en Sigma R20.

Tabla 23*Resultados de parámetro Ingreso de Metrados*

PARÁMETRO		Ingreso de información de metrados	
PROYECTO	BLOQUE	TIEMPO (min)	
		EXCEL/S10	SIGMA R20
I.E. 16869 PRIMARIA	P1-PORTICO	9.80	0.10
	P2-ADMINISTRACIÓN	10.80	0.10
	P3-BIBLIOTECA	16.30	0.10
	P4-SS.HH	14.30	0.10
	P5-AULA DOBLE	19.90	0.10
	P6-SUM-TALLER	19.20	0.10
	P7-LOSA DEPORTIVA	16.80	0.10
	P8-DEP. DE HERRAMIENTAS	9.00	0.10
	P9-TANQUE ELEVADO	5.90	0.10
	P10-BIODIGESTOR	8.20	0.10
	P11-PLAZA DE INGRESO	13.70	0.10
	P12-SUBESTACION	9.40	0.10
	P13-OBRAS EXTERIORES	18.20	0.10
I.E. 481 - INICIAL	P1-PORTICO	7.70	0.10
	P2-AULA SUM	14.90	0.10
	P3-ADMINISTRACIÓN	12.60	0.10
	P4-ÁREA DE JUEGOS	10.50	0.10
	P5-TANQUE ELEVADO	10.20	0.10
	P6-SUBESTACION	5.90	0.10
	P17-OBRAS EXTERIORES	12.80	0.10
PROMEDIO		12.31	0.10

Nota: Resultados obtenidos mediante la ficha técnica.

En la herramienta S10, es necesario ingresar manualmente la información de metrados desde Excel, realizar esta tarea demanda de un tiempo considerable. En Sigma R20 esta función es automática, ya que la información de metrados y costos está enlazada.

Tabla 24*Resultados de parámetro Pie de Presupuesto*

PARÁMETRO		Definición de pie de presupuesto	
PROYECTO	BLOQUE	TIEMPO (min)	
		EXCEL/S10	SIGMA R20
I.E. 16869 PRIMARIA	P1-PORTICO	3.70	3.60
	P2-ADMINISTRACIÓN	3.90	3.80
	P3-BIBLIOTECA	3.00	2.90
	P4-SS.HH	3.40	3.30
	P5-AULA DOBLE	4.30	4.20
	P6-SUM-TALLER	4.10	4.00
	P7-LOSA DEPORTIVA	3.90	3.80
	P8-DEP. DE HERRAMIENTAS	3.70	3.60
	P9-TANQUE ELEVADO	3.20	3.10
	P10-BIODIGESTOR	3.40	3.30
	P11-PLAZA DE INGRESO	4.30	4.20
	P12-SUBESTACION	3.90	3.80
	P13-OBRAS EXTERIORES	4.10	4.00
I.E. 481 - INICIAL	P1-PORTICO	3.90	3.80
	P2-AULA SUM	3.40	3.30
	P3-ADMINISTRACIÓN	3.90	3.80
	P4-ÁREA DE JUEGOS	3.40	3.30
	P5-TANQUE ELEVADO	3.20	3.10
	P6-SUBESTACION	3.40	3.30
	P17-OBRAS EXTERIORES	2.70	2.60
PROMEDIO		3.64	3.54

Nota: Resultados obtenidos mediante la ficha técnica.

Las mediciones de este parámetro son muy similares entre los programas S10 y Sigma R20. Ambos tienen las mismas herramientas necesarias para ejecutar esta tarea.

Figura 28

Parámetro Pie de Presupuesto en S10

N° Línea	Descripción	Variable	Macro	Omitir Polinómica
01	COSTO DIRECTO	NDIRECTO	NDIRECTO	<input type="checkbox"/>
02	GASTOS GENERALES (14.57%CD)	GG	NDIRECTO*0.1457	<input type="checkbox"/>
03	UTILIDAD (5%CD)	U	NDIRECTO*0.05	<input type="checkbox"/>
04			=====	<input type="checkbox"/>
05	SUB TOTAL DEL PRESUPUESTO	ST	NDIRECTO+GG+U	<input type="checkbox"/>
06	IMPUESTO GENERAL A LA RENTA (IGV 18%)	IGV	ST*0.18	<input checked="" type="checkbox"/>
07			=====	<input type="checkbox"/>
08	SUB TOTAL DE PRESUPUESTO COMPONENTE I	P_T	ST+IGV	<input type="checkbox"/>

Nota: Captura de pantalla de la ventana diseño de Pie de Presupuesto en S10.

Figura 29

Parámetro Pie de Presupuesto en Sigma R20

Descripción	Variable	Fórmula
COSTO DIRECTO DEL PROYECTO	CD	CD
GASTOS GENERALES	GG	0.01*CD
UTILIDAD	UT	0.025*CD
		=====
SUBTOTAL	ST	CD+GG+UT
IGV	IGV	0*ST
		=====
VALOR REFERENCIAL	VR	ST+IGV

Nota: Captura de pantalla de la ventana diseño de Pie de Presupuesto en Sigma R20.

Tabla 25*Resultados de parámetro Procesamiento del Presupuesto*

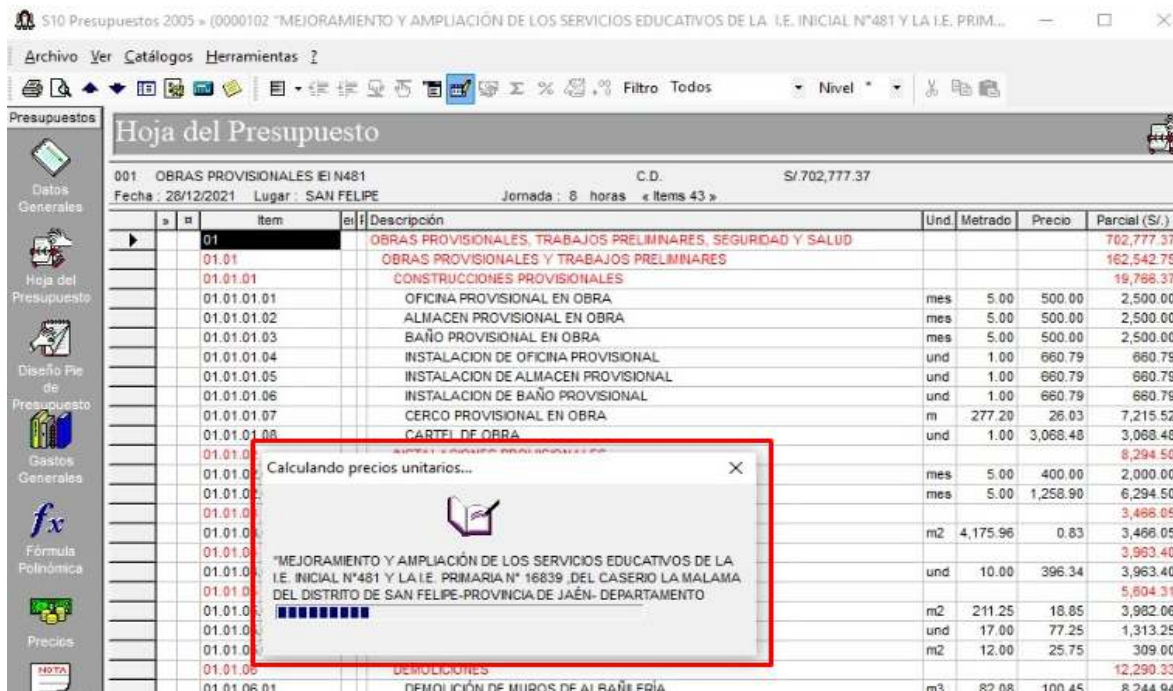
PARÁMETRO		Procesamiento del presupuesto	
PROYECTO	BLOQUE	TIEMPO (min)	
		EXCEL/S10	SIGMA R20
I.E. 16869 PRIMARIA	P1-PORTICO	0.30	0.25
	P2-ADMINISTRACIÓN	0.50	0.40
	P3-BIBLIOTECA	0.40	0.30
	P4-SS.HH	0.30	0.20
	P5-AULA DOBLE	0.60	0.50
	P6-SUM-TALLER	0.60	0.50
	P7-LOSA DEPORTIVA	0.50	0.40
	P8-DEP. DE HERRAMIENTAS	0.30	0.20
	P9-TANQUE ELEVADO	0.30	0.20
	P10-BIODIGESTOR	0.30	0.20
	P11-PLAZA DE INGRESO	0.40	0.30
	P12-SUBESTACION	0.30	0.20
	P13-OBRAS EXTERIORES	0.60	0.50
I.E. 481 - INICIAL	P1-PORTICO	0.30	0.25
	P2-AULA SUM	0.60	0.50
	P3-ADMINISTRACIÓN	0.40	0.30
	P4-ÁREA DE JUEGOS	0.40	0.30
	P5-TANQUE ELEVADO	0.30	0.20
	P6-SUBESTACION	0.30	0.20
	P17-OBRAS EXTERIORES	0.60	0.50
PROMEDIO		0.42	0.32

Nota: Resultados obtenidos mediante la ficha técnica.

De la Tabla 25 podemos observar que, dependiendo de la complejidad de los bloques, las mediciones de este parámetro son muy similares entre los programas S10 y Sigma R20. Ambos tienen las mismas herramientas necesarias para ejecutar esta tarea.

Figura 30

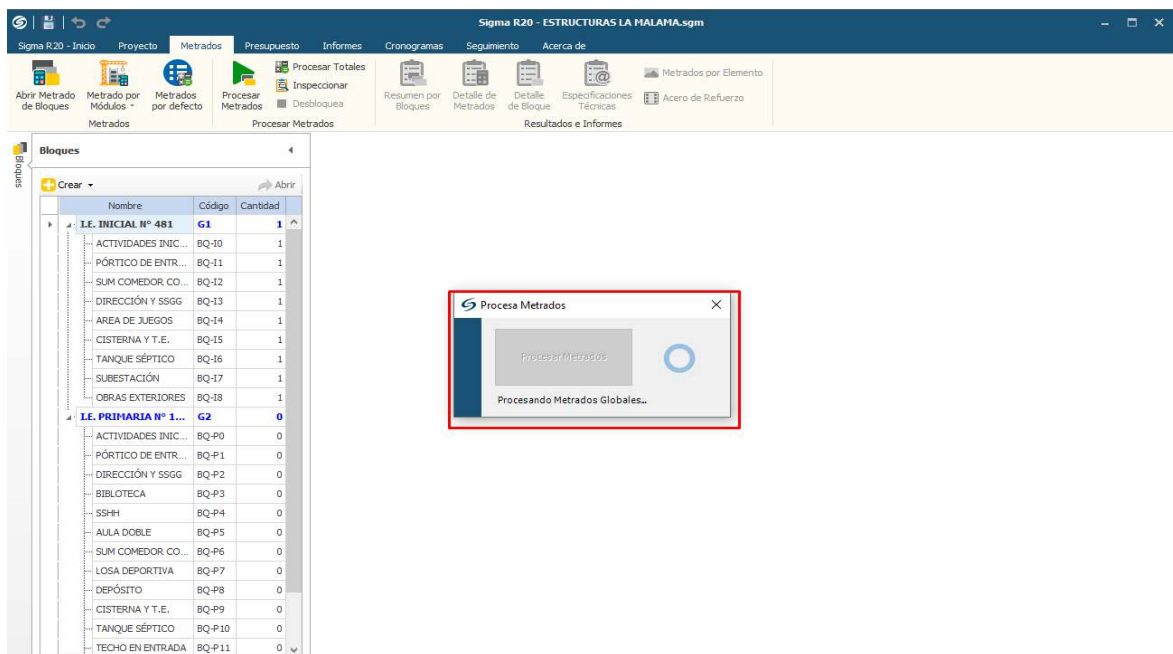
Parámetro Procesamiento de Presupuesto en S10



Nota: Captura de pantalla de la ventana procesamiento del Presupuesto en S10.

Figura 31

Parámetro Procesamiento de Presupuesto en Sigma R20



Nota: Captura de pantalla de la ventana procesamiento del Proyecto en Sigma R20.

4.4.Resultados en la Etapa de Informes

Tabla 26

Resultados de parámetro Generación de Informes

PARÁMETRO		Presentación de informes	
PROYECTO	BLOQUE	RANGO SATISF (0-10)	
		EXCEL/S10	SIGMA R20
I.E. 16869 PRIMARIA	P1-PORTICO	5.00	7.00
	P2-ADMINISTRACIÓN	6.00	8.00
	P3-BIBLIOTECA	4.00	7.00
	P4-SS.HH	5.00	7.00
	P5-AULA DOBLE	6.00	6.00
	P6-SUM-TALLER	7.00	8.00
	P7-LOSA DEPORTIVA	6.00	7.00
	P8-DEP. DE HERRAMIENTAS	5.00	6.00
	P9-TANQUE ELEVADO	6.00	8.00
	P10-BIODIGESTOR	4.00	9.00
	P11-PLAZA DE INGRESO	6.00	8.00
	P12-SUBESTACION	6.00	5.00
	P13-OBRAS EXTERIORES	6.00	6.00
I.E. 481 - INICIAL	P1-PORTICO	5.00	8.00
	P2-AULA SUM	4.00	7.00
	P3-ADMINISTRACIÓN	6.00	8.00
	P4-ÁREA DE JUEGOS	4.00	7.00
	P5-TANQUE ELEVADO	5.00	7.00
	P6-SUBESTACION	6.00	8.00
	P17-OBRAS EXTERIORES	4.00	7.00
PROMEDIO		5.30	7.20

Nota: Resultados obtenidos mediante la ficha técnica.

La función más destacada de Sigma R20 sobre S10, que le permite obtener una mejor valoración por parte de los usuarios, es la capacidad de poder mostrar todos los resultados en dos maneras: Metrados y Presupuesto por Especialidad y Metrados y Presupuesto por Componentes. En la herramienta S10 para lograr estos resultados tendríamos que crear dos presupuestos, lo que conlleva duplicar el tiempo de trabajo.

Figura 32

Parámetro Generación de Informes en S10

The screenshot displays two windows from the S10 software. The left window, titled 'Presupuesto', shows a detailed budget table with columns for 'Part', 'Descripción', 'Unid', 'Medido', 'Precio \$', 'Meno de Obra', and 'M'. The right window, titled 'Análisis de precios unitarios', provides a breakdown of unit prices for various tasks, including 'NIVELACION DE TERRENO C/MAQUINARIA' and 'EXCAVACION C/MAQUINARIA HASTA 1.70m', listing materials like 'PETROLEO' and 'HERRAMIENTAS MANUALES'.

Nota: Captura de pantalla de algunos de los informes presentados por S10.

Figura 33

Parámetro Generación de Informes en Sigma R20

The screenshot shows two windows from the Sigma R20 software. The left window, 'PRESUPUESTO POR ESPECIALIDAD DEL PROYECTO', details the budget for 'CONSTRUCCIÓN DE ALMACEN' with columns for 'Orden', 'Descripción', 'Unidad', 'Medrado', 'Precio', and 'Parcial'. The right window, 'ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS', breaks down unit costs for tasks like 'ALMACEN PROVINCIONAL EN OBRA' and 'CERCO PROVINCIONAL EN OBRA', listing materials such as 'AMBIENTE PARA ALMACEN' and 'AGUA PARA LA CONSTRUCCIÓN'.

Nota: Captura de pantalla de algunos de los informes presentados por Sigma R20.

Tabla 27*Resultados de parámetro Modificación de Metrados*

PARÁMETRO		Modificación de valores en metrados	
PROYECTO	BLOQUE	RANGO SATISF (0-10)	
		EXCEL/S10	SIGMA R20
I.E. 16869 PRIMARIA	P1-PORTICO	1.00	8.00
	P2-ADMINISTRACIÓN	2.00	9.00
	P3-BIBLIOTECA	1.00	8.00
	P4-SS.HH	0.00	7.00
	P5-AULA DOBLE	2.00	8.00
	P6-SUM-TALLER	2.00	9.00
	P7-LOSA DEPORTIVA	1.00	8.00
	P8-DEP. DE HERRAMIENTAS	1.00	7.00
	P9-TANQUE ELEVADO	2.00	8.00
	P10-BIODIGESTOR	1.00	9.00
	P11-PLAZA DE INGRESO	2.00	8.00
	P12-SUBESTACION	2.00	8.00
	P13-OBRAS EXTERIORES	1.00	8.00
I.E. 481 - INICIAL	P1-PORTICO	1.00	9.00
	P2-AULA SUM	1.00	9.00
	P3-ADMINISTRACIÓN	2.00	7.00
	P4-ÁREA DE JUEGOS	2.00	7.00
	P5-TANQUE ELEVADO	2.00	8.00
	P6-SUBESTACION	1.00	7.00
	P17-OBRAS EXTERIORES	2.00	7.00
PROMEDIO		1.45	7.95

Nota: Resultados obtenidos mediante la ficha técnica.

Suponiendo que por fuerza mayor se tiene que cambiar algunas metas del proyecto ya realizado. Los resultados de esta consulta son muy desfavorables para el método tradicional, ya que implica rehacer todo el trabajo. Sin embargo, en Sigma R20 solo bastará con modificar los metrados y lo demás se calculará automáticamente. Esto le permite a Sigma R20 obtener una valoración muy alta frente al método tradicional.

Llevado a cabo el análisis de cada uno de los parámetros de medición de la presente investigación tenemos los siguientes cuadros de resumen:

Tabla 28*Resultados de Etapa de Metrados*

ETAPA DE METRADOS					
PARÁMETRO	UND	EXCEL / S10	SIGMA R20	REDUCCIÓN	
Definición de títulos y partidas	min	8.24	3.14	62.0%	
Definición de componentes y bloques	min	2.89	0.50	82.7%	
Diseñar resumen del proyecto	min	15.57	0.25	98.4%	
Numeración de ítems	min	6.25	0.20	96.8%	
Agregar título o partida	min	15.02	0.50	96.7%	
Metrados de elementos	Losas	min	7.51	3.55	52.7%
	Muros	min	9.08	4.30	52.6%
	Columnas	min	9.32	4.13	55.7%
	Vigas	min	8.98	4.43	50.6%
Generación de sumas	min	9.41	0.25	97.3%	
Copiar el metrado de un elemento	min	10.08	1.00	90.1%	
Editar el metrado de un elemento	min	15.84	5.23	67.0%	
Eliminar el metrado de un elemento	min	6.22	0.20	96.8%	
PROMEDIO				76.9%	

Nota: Esta tabla muestra el promedio resultante de cada uno de los indicadores definidos para la etapa de metrados.

Se puede notar que el tiempo demandado para la elaboración de metrados se puede reducir hasta en un 77% aproximadamente.

Tabla 29*Resultados de etapa de Costos Unitarios*

ETAPA COSTOS UNITARIOS				
PARÁMETRO	UND	EXCEL / S10	SIGMA R20	REDUCCIÓN
Definición del recurso o insumos	min	1.78	1.50	15.8%
Análisis de costo unitario	min	4.90	4.34	11.4%

Copiar el costo de otra partida	min	2.24	1.95	13.0%
PROMEDIO				13.4%

Nota: Esta tabla muestra el promedio resultante de la etapa de Costos Unitarios.

Debido a que esta etapa tiene procedimientos muy similares entre ambos métodos se puede notar que el tiempo demandado para la elaboración de análisis de costos se puede reducir solo en un 13% aproximadamente.

Tabla 30

Resultados de la Etapa de Presupuesto

ETAPA DE PRESUPUESTO				
PARÁMETRO	UND	EXCEL / S10	SIGMA R20	REDUCCIÓN
Creación de la estructura del presupuesto	min	14.55	0.10	99.3%
Ingreso de información de metrados	min	12.31	0.10	99.2%
Definición de pie de presupuesto	min	3.64	3.54	2.7%
Procesamiento del presupuesto	min	0.42	0.32	22.9%
PROMEDIO				56.0%

Nota: Esta tabla muestra el promedio resultante de la etapa de Presupuestos.

Debido a que en esta etapa se tienen procedimientos que en Sigma R20 se hacen de forma automática se puede notar que el tiempo demandado para la elaboración de un presupuesto se puede reducir hasta en un 56% aproximadamente

Tabla 31

Resultados de la Etapa de Informes

ETAPA DE RESULTADOS				
PARÁMETRO	UND	EXCEL / S10	SIGMA R20	MEJORA
Presentación de informes	0 - 10	5.30	7.20	26.4%
Modificación de valores en metrados	0 - 10	1.45	7.95	81.8%
PROMEDIO				54.1%

Nota: Esta tabla muestra el promedio resultante de la etapa de Resultados.

Se puede notar que Sigma R20 tiene una mayor aceptación por parte de los usuarios gracias a su variedad de informes y versatilidad para realizar modificación de metas al proyecto.

4.5. Resumen de Resultados

Culminado el análisis de los datos, tenemos el siguiente cuadro resumen:

Tabla 32

Resumen de resultados de la Investigación

RESUMEN DE RESULTADOS		
ETAPA DEL PROCESO	UND	TOTAL
ETAPA DE METRADOS	%	76.88%
ETAPA COSTOS UNITARIOS	%	13.39%
ETAPA DE PRESUPUESTO	%	56.03%
ETAPA DE RESULTADOS	%	54.07%
PROMEDIO	%	50.09%

Nota: Esta tabla muestra el promedio resultante de todas las etapas consideradas en la presente investigación.

Como resultado final de esta investigación se determinó que con el uso de Sigma R20 obtenemos una reducción del 50% en el tiempo y recursos requeridos con respecto al método tradicional para la elaboración de metrados y presupuestos de obra de un proyecto de edificación.

La demanda de tiempo y recursos en la elaboración de metrados y presupuesto para un bloque, con el método tradicional, equivale en promedio por bloque a tres (03) horas de trabajo de un profesional.

El proceso de implementación de Sigma R20, se realizó de manera práctica, siendo necesario solo dos capacitaciones sobre su uso.

La demanda de tiempo y recursos en la elaboración de metrados y presupuesto para un bloque, con Sigma R20, equivale en promedio por bloque a una (01) hora de trabajo de un profesional.

5.2. De la medición de tiempo y recursos requeridos con Excel y S10.

El presente estudio realizó la medición de los tiempos que un profesional puede tardar en elaborar los metrados y presupuesto de un bloque de edificación a través del método tradicional (MS Excel y S10) obteniendo un resultado de tres (03) horas por bloque en promedio. Esto implica que para un proyecto de gran envergadura pueden tardar varios días en elaborar los metrados y presupuestos de obra. Sin embargo, un problema mayor es cuando se tienen que realizar modificaciones en los planos, afectando los metrados elaborados en hojas de cálculo de MS Excel poco automatizados. Corregir y actualizar los metrados, resulta ser una tarea bastante tediosa que puede demandar duplicar las horas de trabajo inicial, para luego actualizar manualmente el presupuesto del proyecto en el programa S10. Tener la misma información en distintas horas de trabajo y en distintos programas, es lo que impide se logren cumplir con plazos de entrega de un proyecto. Podemos entonces comprobar lo citado por Guzmán, (2013) en cuando a lo complicado que resultan estas tareas aún con las herramientas informáticas con las que contamos hoy en día. De ahí la importancia de integrar toda la información en una sola base de datos, para acceder desde un solo programa a cualquier parte de la información y ver resultados automáticamente.

5.3. De la medición de tiempo y recursos requerido con el uso de Sigma R20

Sigma R20 ha demostrado reducir el tiempo requerido para la elaboración de metrados y presupuestos de obra a tan solo una (01) hora por bloque en promedio. Como consecuencia hay un ahorro significativo en el tiempo y recurso invertido en las tareas mencionadas. Esta reducción de tiempo se da gracias a que Sigma R20 integra todas las tareas que implican metrar y presupuestar dentro de una sola plataforma, además de hacer uso de métodos y herramientas de procesamiento de datos avanzados, y una interfaz muy práctica, lo que permite al usuario optimizar el trabajo y tener resultados precisos y confiables.

5.4. Comentarios a la implementación de Sigma R20

En este punto de la discusión de la presente investigación haré algunos comentarios respecto al uso del método tradicional y Sigma R20 en la elaboración de proyectos de edificación:

a) Las operaciones de cuantificación de un proyecto, deben ser dinámicas, permitiendo una interacción entre las partidas que se ejecutan para cada elemento o sistema constructivo en un proyecto.

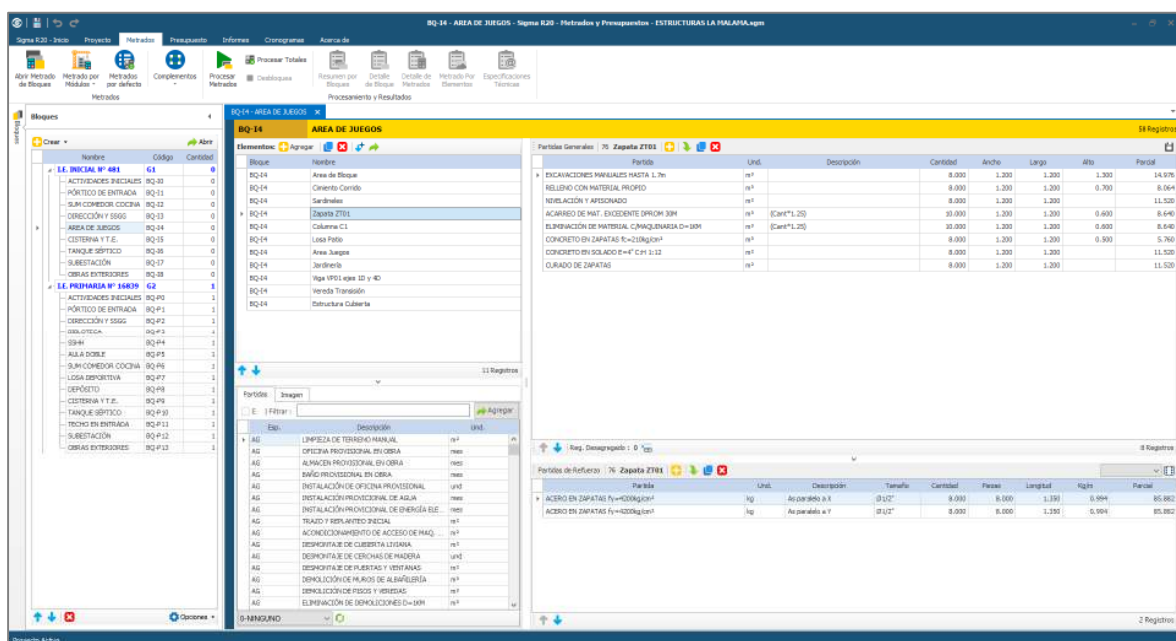
El método tradicional (MS Excel y S10), hace uso de programas que no han sido desarrollados para tareas específicas de metrados, en consecuencia, los usuarios pasan muchas horas de trabajo solo en preparar un formato (hoja de cálculo), y en la mayoría de los casos son hojas pocos dinámicas con información no enlazada entre sí.

Esto ha llevado a implementar en Sigma R20, una ventana para realizar metrados basándonos en la filosofía BIM, en el que cada bloque de edificación contiene un conjunto de elementos y sistemas con información cuantificable, y que cada sistema y elemento constructivo requiere una serie de partidas para ejecutarse. Se ha observado en la mayor parte de casos que la información de una partida es la misma en otra del mismo elemento.

Como resultado tenemos una ventana (Figura 35) que permite realizar el metrado de elementos y sistemas de forma ordenada y dinámica, mostrando en la tabla las solo las partidas que componen al elemento. Además, se integran formularios para generar refuerzos de acero de forma automática en elementos de concreto armado.

Figura 35

Ventana de Metrados de Sigma R20



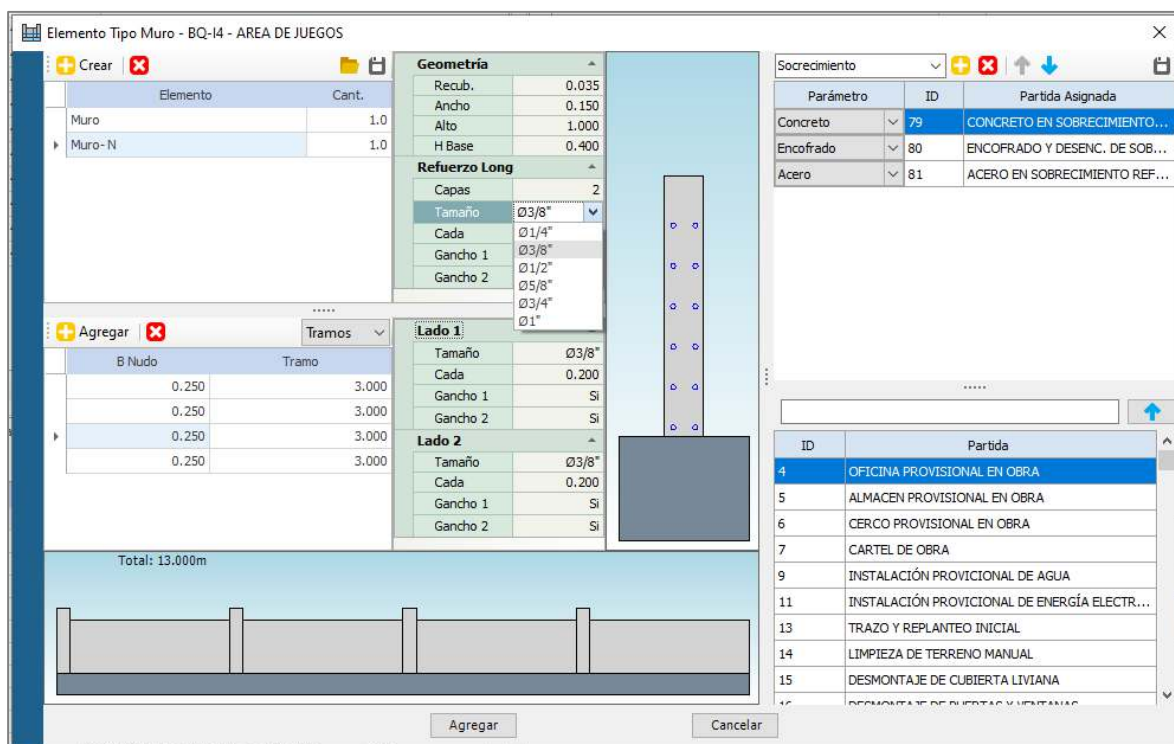
Nota: Captura de pantalla obtenida del programa Sigma R20.

En Sigma R20 se implementado funciones para poder realizar duplicados del metrado de un elemento, lo que ayuda a acelerar el proceso al permitir que el usuario duplique la estructura de metrado de un elemento o sistema para crear uno similar, dando la opción de modificar algunos valores.

Realizar el metrado de acero de refuerzo, es una de las tareas más complejas en MS Excel y que mayor tiempo demanda, más aún cuando los planos son muy generales en sus detalles estructurales, esto lleva a cometer muchos errores en la estimación de los aceros de refuerzo. En Sigma R20, se da solución a este problema, al tener disponibles herramientas (Figura 36) de cálculo de refuerzo de acero para las estructuras de concreto armado más comunes en proyectos de edificación: Losas, Muros, Vigas y Columnas

Figura 36

Metrado de elementos tipo Muro en Sigma R20



Nota: Captura de pantalla obtenida del programa Sigma R20.

El establecer un orden y jerarquía de los componentes de nuestro proyecto es muy importante y necesario para generar informes del proyecto, En MS Excel, esto nos lleva a crear muchas hojas de cálculo en un solo libro, y todas ellas deben conectar sus resultados a una hoja principal en la que está definido la estructura de títulos y partidas. En Excel

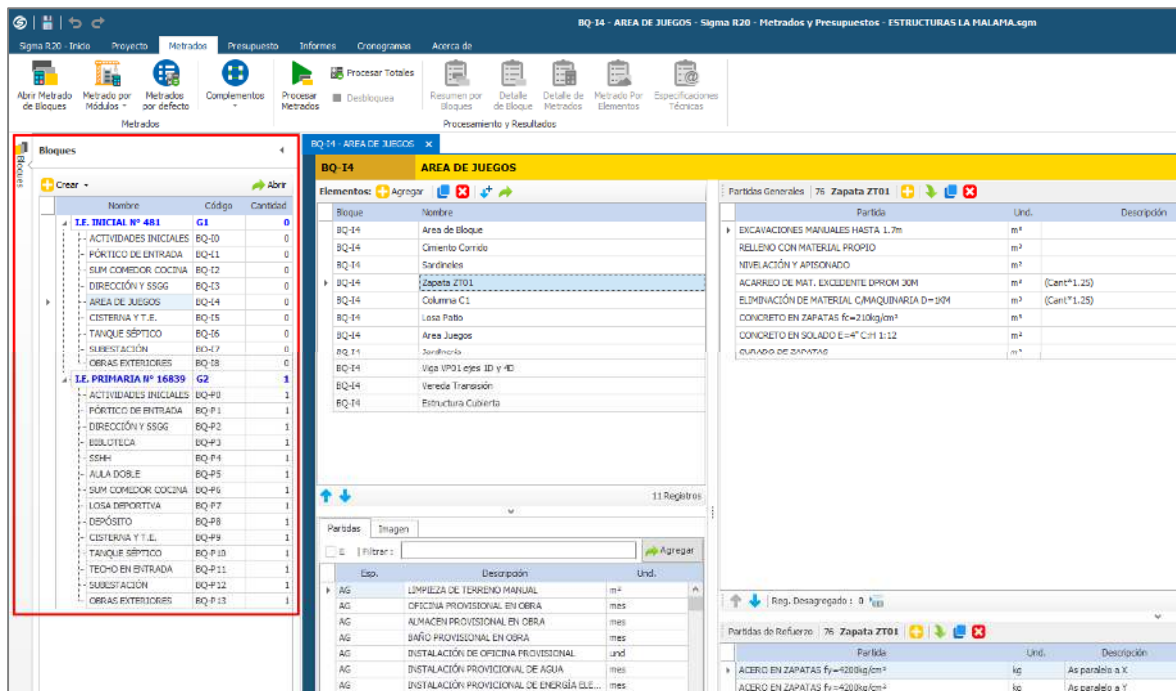
podemos partir de plantillas, pero aun así el desarrollo del proceso de metrar es lento y complejo.

En Sigma R20 se implementó la ventana para poder crear Bloques y Grupos de Bloques (Figura 37), entendiéndose por Bloque al conjunto de elementos y sistemas constructivos que forman parte de una edificación, en dentro de estos elementos donde se van a crear los elementos y sistemas que posteriormente cuantificaremos en nuestro proyecto. Si en nuestro proyecto tenemos la necesidad de agrupar nuestros bloques con el objetivo de ordenar la estructura de nuestro informe final, podemos crear un conjunto de bloques con la función de Crear Grupo.

Durante el desarrollo de los metrados, se observó en varias ocasiones, que un bloque es muy similar a otro en elementos y partidas. Por ello en Sigma R20, se implementó la función de poder duplicar un bloque y todos los elementos y partidas que contiene, para posteriormente modificar los metrados que sean necesarios. Esta función permite reducir mucho del tiempo que usamos para generar una copia de un bloque y enlazarlo al resumen general, ya que todo esto Sigma R20 lo hace de forma automática.

Figura 37

Ventana de Bloques de Sigma R20



Nota: Captura de pantalla obtenida del programa Sigma R20.

La estructura de Títulos, Subtítulos y Partidas de nuestro proyecto también es un factor muy importante para la elaboración de metrados y presupuestos. Los estándares de trabajo y la presentación de informes, exige que la estructura que generamos en metrados sea la misma estructura del presupuesto de obra. Sin embargo, con el método tradicional nos toma mucho tiempo crear y ordenar esta estructura en varios programas (Excel, S10, MS Project, etc.). En Sigma R20, se implementado una ventana y procesos que solucionan esta demora en el trabajo, ya que se hace uso de una sola estructura tanto para la etapa de metrados, como para la elaboración de presupuestos (Figura 38). En Sigma R20 la estructura que muestra la ventana es totalmente modificable y se convierte en una guía, del que se hará uso para elaborar los informes, lo que significa, que en los informes solo se crearán y ordenarán los títulos y partidas que tengan información de metrados. Este resultado permite que el usuario no pierda tiempo en iniciar desde cero una estructura, o que tenga que estar eliminando los títulos o partidas que no tengan información de metrados o costos.

Figura 38

Estructura de Títulos y Partidas de Sigma R20

Especialidad	Código	Procesar
OBRAS PROVISIONALES, TRABAJ...	AG	<input checked="" type="checkbox"/>
ESTRUCTURAS	ES	<input checked="" type="checkbox"/>
ARQUITECTURA	AR	<input type="checkbox"/>
INSTALACIONES SANITARIAS	IS	<input type="checkbox"/>
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	IE	<input type="checkbox"/>
EVACUACIÓN Y SEÑALIZACIÓN	EV	<input type="checkbox"/>

Descripción	Unidad	Rend
MOVIMIENTO DE TIERRAS		
NIVELACIÓN DE TERRENO		
NIVELACIÓN DE TERRENO C/MAQUINARIA	m ²	450.000
EXCAVACIONES		
EXCAVACIONES MANUALES HASTA 1.7m	m ³	3.500
EXCAVACIONES EN MUROS DE CONTENCIÓN HASTA 2.5m	m ³	3.500
CORTES		
CORTE SUPERFICIAL DE TERRENO	m ³	8.000
RELLENOS		
RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m ³	15.000
RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO AFIRMADO	m ³	25.000
RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO ARENA	m ³	25.000
RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO OVER 4"MAX	m ³	15.000
RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO HORMIGÓN	m ³	20.000
CONFORMACIÓN DE TIERRA AGRÍCOLA e=20cm	m ³	6.000
NIVELACIÓN INTERIOR Y APISONADO		
NIVELACIÓN Y APISONADO	m ²	100.000
ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE		
ACARREO DE MAT. EXCEDENTE D PROM 30M	m ³	6.000
ELIMINACIÓN DE MATERIAL C/MAQUINARIA D=1KM	m ³	250.000
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE		
CIMIENTO CORRIDO		
CONCRETO EN CIMIENTO CORRIDO C:H 1:10+30%PG	m ³	25.000
SOLADOS		
CONCRETO EN SOLADO E=4" C:H 1:12	m ²	65.000
BASES DE CONCRETO		
CONCRETO EN BASES f _c =175kg/cm ²	m ³	25.000
ENCOFRADO Y DESENC. DE BASES	m ²	14.000

Nota: Captura de pantalla obtenida del programa Sigma R20.

Editar la estructura de títulos y partidas no es una tarea sencilla con el método tradicional. En Sigma R20, esto es tan simple como arrastrar y soltar un Ítem dentro de otro, manteniendo una lógica de jerarquía de los ítems.

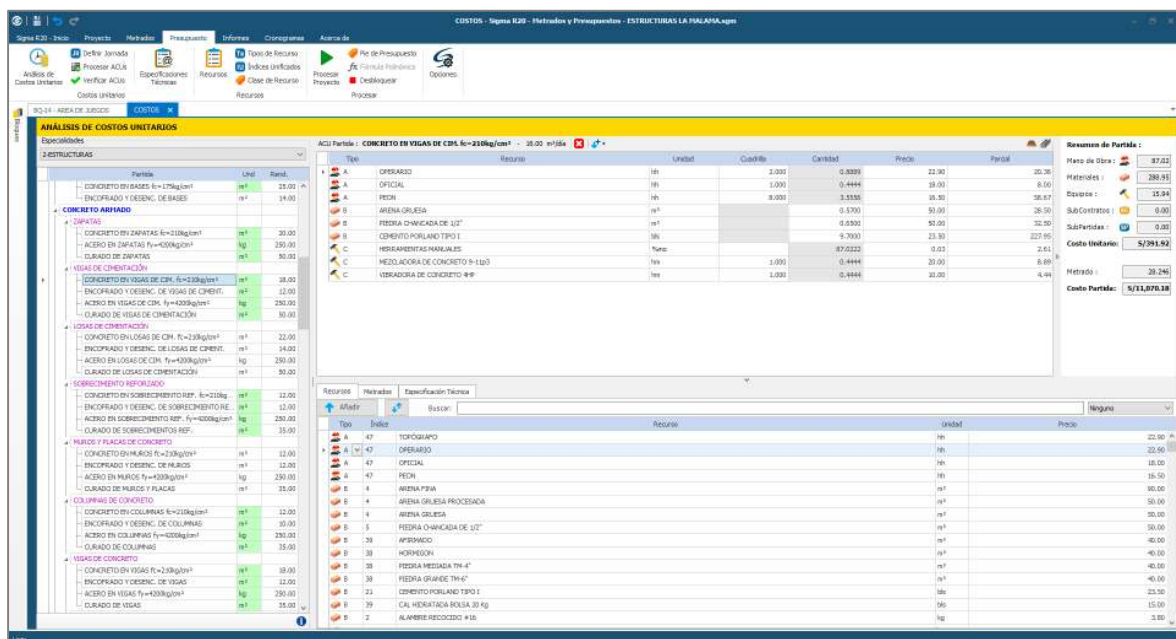
Gracias a todas estas innovaciones implementadas en Sigma R20, han permitido reducir hasta en un 77% el tiempo invertido para la elaboración de metrados de un proyecto de edificación. Este ahorro de tiempo se traduce también en disminución de costos de producción, debido a que las horas hombre de trabajo se reduce a más de la mitad del requerido por el método tradicional.

b) La información obtenida de la cuantificación (metrados) de un proyecto de construcción debe ser exactamente la misma información usada para elaborar un Presupuesto de obra.

Con el método tradicional (Excel – S10), debemos de pasar manualmente de un programa a otro la información, este proceso se traduce en demoras y errores de digitación. Sigma R20 da solución a este inconveniente al tener conectado la base de datos de los metrados con la información de costos unitarios (Figura 39), eliminando la necesidad de pasar datos de un programa a otro.

Figura 39

Ventana de Análisis de Costos en Sigma R20



Nota: Captura de pantalla obtenida del programa Sigma R20.

Sigma R20 integra una base de datos de costos unitarios que podemos ir implementando conforme elaboremos proyectos. El trabajo en el análisis de costos es muy similar al resto de programas que brindan soluciones de presupuestos, donde se muestra básicamente la estructura de títulos y partidas, y una ventana para editar el análisis de costos unitarios. Algunas funciones implementadas en Sigma R20 (Figura 40) para esta etapa son:

- Ya que tenemos disponible el acceso a la información de metrados, podemos visualizar, todos los metrados que contiene la partida seleccionada mostrando el bloque, el nombre del elemento, una descripción y el metrado generado.
- Mostrar un cálculo previo del total de metrado de la partida seleccionada, y el costo total del mismo para el proyecto.
- Funciones gráficas para resaltar partidas que no cuentan con análisis de costo unitario.
- Podemos acceder a nuestra base de datos de los recursos que tengamos creados en el proyecto. Esta lista de recursos es totalmente editable.

En cuanto al desarrollo del presupuesto, S10 es el programa más usado, sin embargo, el ingreso de datos de la estructura de títulos y partidas y resultado de metrados es un proceso manual complejo. En Sigma R20, este proceso es automático

Figura 40

Pestaña de Presupuesto de Sigma R20

The screenshot shows the 'Presupuesto' tab in the Sigma R20 software. The main window is titled 'ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS'. On the left, there is a tree view showing a hierarchy of cost items under '2-ESTRUCTURAS'. The selected item is 'CONCRETO EN SARDINELES', which has a unit of 'm³' and a cost of '20.00'. The right side of the window shows a table of resources for this item, with columns for 'Tipo' and 'Recurso'.

Tipo	Recurso
A	OPERARIO
A	OFICIAL
A	PEON
B	HORMIGON
B	PIEDRA MEDIADA TM-4"
B	CEMENTO PORLAND TIPO I
C	MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11p3

Nota: Captura de pantalla obtenida del programa Sigma R20.

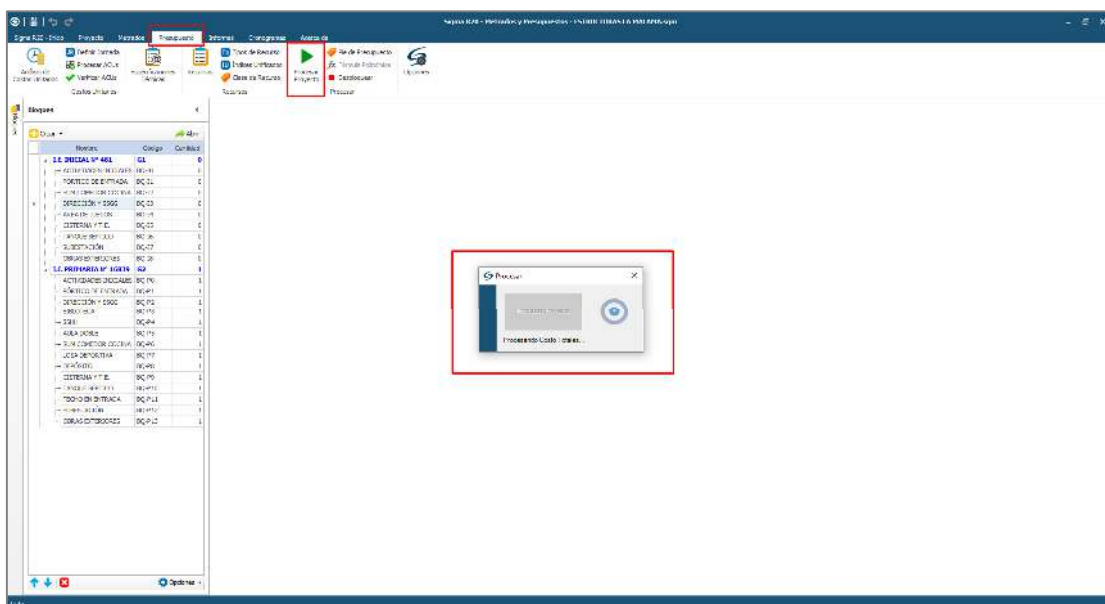
En Sigma R20, se dispone de una serie de funciones necesarias para poder gestionar la información económica del proyecto.

En esta etapa los procesos son muy similares a los realizados en el método tradicional, por tal razón los resultados de mediciones de tiempo requerido demuestran que Sigma R20 solo logró reducir en un 13% aproximadamente, en el tiempo requerido para elaborar el análisis de costos unitarios.

Cuando el usuario de Sigma R20, ha concluido con el ingreso de la información de metrados, y ha realizado la comprobación de los recursos y el análisis de costos unitarios, el programa puede realizar el cálculo de todo el proyecto (Figura 41), según los requerimientos del usuario.

Figura 41

Procesamiento de un Proyecto en Sigma R20



Nota: Captura de pantalla obtenida del programa Sigma R20.

Al igual que muchos programas que analizan información, en Sigma R20 se han implementado una serie de comprobaciones y controles internos, para que la información ingresada cumpla con todos los requerimientos de exactitud y lógica numérica. El programa lanzará alertas cuando haya alguna verificación que no se haya podido realizar, indicándole al usuario el error para hacer las correcciones a la información.

Esta capacidad implementada en Sigma R20, es una de las funciones más destacadas del mismo. En pocos segundos se generan informes de resultados del proyecto completos y listos para imprimir, lo que brinda un gran beneficio al usuario del programa, en cuanto a tiempo y recurso invertido para generar un presupuesto de obra y para el inversionista, contar con información económica del proyecto desde varios enfoques, que le ayudará a tomar la decisión más acertada para la ejecución de su proyecto. Adicionalmente, Sigma R20, también presenta un informe de resultados de bloques (Figura 43) ordenados por columnas y pie de presupuesto de cada bloque creado en el proyecto.

Las ventajas mostradas de Sigma R20 sobre el método tradicional ha determinado que el programa tenga una amplia aceptación entre los usuarios. En la presente investigación Sigma R20 ha logrado una aceptación superior al método tradicional de hasta en 26% aproximadamente.

En la etapa de resultado tenemos informes adicionales que también podemos encontrar en otros programas de elaboración de presupuestos de obra, entre ellos: Informe de Relación de insumos, Análisis de Costos Unitarios, Fórmulas polinómicas, etc.

Figura 43

Resultados de Metrados y Presupuesto Detallado

Descripción	Unidad	Cantidad	Ancho	Largo	Alto	Parcial
I.E. INICIAL N° 481						
ACTIVIDADES INICIALES						
ACTIVIDADES GENERALES						
PÓRTICO DE ENTRADA						
ESTRUCTURAS						
MOVIMIENTO DE TIERRAS						
CONCRETO SIMPLE						
CONCRETO ARMADO						
CONCRETO REFORZADO	m³					0.909
Sobrecimiento SC-24 A1-A...		2.000	0.130	2.830	1.350	0.775
Sobrecimiento SC-24 eje A3		1.000	0.130	1.600	1.350	0.137
ENCORFADO Y DEBENC. DE S...	m²					13.950
Sobrecimiento SC-24 A1-A...		2.000	2.000	2.830	1.350	11.886
Sobrecimiento SC-24 eje A3		1.000	2.000	1.600	1.350	2.100
ACERO EN SOBRECIMIENTO R...	kg					202.552
Sobrecimiento SC-24 A1-A...	Ø3/8"	2.000	5.000	6.300	0.560	40.830
Sobrecimiento SC-24 A1-A...	Ø3/8"	2.000	5.000	6.300	0.560	47.930
Sobrecimiento SC-24 A1-A...	Ø3/8"	2.000	7.000	3.600	0.560	36.072
Sobrecimiento SC-24 A1-A...	Ø3/8"	2.000	7.000	2.250	0.560	17.640
Sobrecimiento SC-24 A1-A...	Ø3/8"	2.000	3.000	2.450	0.560	8.232
Sobrecimiento SC-24 A1-A...	Ø3/8"	2.000	3.000	2.650	0.560	8.004
Sobrecimiento SC-24 A1-A...	Ø3/8"	2.000	4.000	2.850	0.560	12.768
Sobrecimiento SC-24 A1-A...	Ø3/8"	2.000	4.000	3.050	0.560	13.064
Sobrecimiento SC-24 eje A...	Ø3/8"	1.000	5.000	3.200	0.560	8.560
Sobrecimiento SC-24 eje A...	Ø3/8"	1.000	5.000	3.400	0.560	8.520
Sobrecimiento SC-24 eje A...	Ø3/8"	1.000	5.000	3.600	0.560	8.740
Sobrecimiento SC-24 eje A...	Ø3/8"	1.000	5.000	2.250	0.560	6.200
COLUMNAS DE CONCRETO						
LOSAS MACIZAS						
ARQUITECTURA						
SUMI COMEDOR COCINA						
ESTRUCTURAS						
ARQUITECTURA						
DIRECCIÓN SSGG						
ESTRUCTURAS						
ARQUITECTURA						

Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial
I.E. INICIAL N° 481				\$/272.955.42
ACTIVIDADES INICIALES				\$/30.643.90
ACTIVIDADES GENERALES				\$/30.643.90
PÓRTICO DE ENTRADA				\$/14.492.62
ESTRUCTURAS				\$/14.464.83
MOVIMIENTO DE TIERRAS				\$/2.000.81
CONCRETO SIMPLE				\$/1.284.81
CONCRETO ARMADO				\$/11.000.23
CONCRETO REFORZADO				\$/2.003.89
CONCRETO EN SOBRECIMIENTO REF...	m³	0.909	\$/443.40	\$/403.09
ENCORFADO Y DEBENC. DE SOBRECIL...	m²	13.966	\$/48.27	\$/676.11
ACERO EN SOBRECIMIENTO REF. Fy=...	kg	202.552	\$/4.97	\$/1.005.68
COLUMNAS DE CONCRETO				\$/1.160.00
CONCRETO EN COLUMNAS Fy=210kg/...	m³	2.802	\$/478.42	\$/1.340.34
ENCORFADO Y DEBENC. DE COLUMNAS	m²	37.000	\$/67.48	\$/2.496.80
ACERO EN COLUMNAS Fy=400kg/cm²	kg	461.966	\$/5.04	\$/2.338.80
LOSAS MACIZAS				\$/2.830.31
CONCRETO EN LOSA MACIZA Fy=210kg/...	m³	1.869	\$/446.32	\$/830.40
ENCORFADO Y DEBENC. DE LOSA MACI...	m²	18.789	\$/49.23	\$/930.12
ACERO EN LOSA MACIZA Fy=400kg/cm²	kg	213.192	\$/5.94	\$/1.074.71
ARQUITECTURA				\$/27.77
SUMI COMEDOR COCINA				\$/113.909.45
ESTRUCTURAS				\$/12.493.13
ARQUITECTURA				\$/1.496.32
DIRECCIÓN SSGG				\$/113.909.45
ESTRUCTURAS				\$/12.493.13
ARQUITECTURA				\$/1.496.32

Descripción	Variable	Parcial
COSTO DIRECTO	CD	\$/272.955.42
GASTOS GENERALES (5%)	GG	\$/13.647.77
UTILIDAD (3%)	UT	\$/13.047.77

SUBTOTAL	ST	\$/300.250.96
ISV (18%)	ISV	\$/54.045.17

VALOR REFERENCIAL	VR	\$/354.296.13

Nota: Captura de pantalla obtenida del programa Sigma R20.

Para finalizar, como último comentario:

d) Los cambios que puedan realizar en los metrados del proyecto, debe reflejarse automáticamente en el presupuesto de obra.

En este punto esta investigación ha determinado que las modificaciones a un proyecto resultan ser tareas muy tediosas y complejas cuando el proyecto se encuentra finalizado. Las modificaciones inician con cambio de valores en las hojas de cálculo de Excel, obligando al usuario a realizar una minuciosa revisión de cada fila de metrado que contenga la hoja sobre el elemento constructivo modificado. Luego de ello se debe revisar que las sumatoria de metrados esté correctamente calculado, así mismo, que guarde relación con la hoja de resumen. Finalmente, se vuelve a pasar la información manualmente de MS Excel al programa de presupuestos S10 y volver a procesar el presupuesto. Toda esta secuencia de actividades son demoras para el cumplimiento de un plazo. Sigma R20 es versátil al poder modificar los valores de metrados o costos en cualquier momento del desarrollo del proyecto, y de forma automática todos los resultados se actualizarán. Debido a esta capacidad de Sigma R20 de actualizar sus resultados en cualquier momento es que ha logrado un 81% de aceptación sobre el método tradicional. Por último, Sigma R20 dispone de una Ventana de Especificaciones Técnicas que le ofrece al usuario un editor de texto con múltiples opciones cuya información se indexa a cada título o partida.

Figura 44

Ventana de Especificaciones Técnicas en Sigma R20

The screenshot shows the 'Especificaciones Técnicas' window in Sigma R20. The left pane shows a tree view of technical specifications under 'ESTRUCTURAS'. The main area displays the following text:

DESCRIPCIÓN
Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de material de base granular aprobado sobre una subbase, afirmado o subrasante, en una o varias capas, conforme con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto u ordenados por el Supervisor.

MATERIALES
Los agregados para la construcción de la base granular deberán satisfacer los requisitos indicados en este documento. Además, deberán ajustarse a las siguientes especificaciones de calidad:

(a) **Granulometría**
La composición final de la mezcla de agregados presentará una granulometría continua y bien graduada (sin inflexiones notables) según una fórmula de trabajo de dosificación aprobada por el Supervisor y según uno de los requisitos granulométricos que se indican.

TAMIZ	% QUE PASA EN PESO			
	GRAD A	GRAD B	GRAD C	GRAD D
2"	100	100	-	-
3"	-	75-85	100	100
3/8"	30-65	40-75	50-85	60-100
Nº4	25-55	30-60	35-65	50-85
Nº10	15-40	20-45	25-50	40-70
Nº40	8-20	15-30	15-30	25-45
Nº200	2-8	5-15	5-15	8-15

El material de Base Granular deberá cumplir además con las siguientes características físico-mecánicas y químicas que a continuación se indican:

Valor relativo de CBR = 80% Min

Otras características que debe cumplir la base granular:
 Límite líquido máximo 25 %
 Índice Plástico máximo 3 %
 Sales solubles totales máximo 1 %

Nota: Captura de pantalla obtenida del programa Sigma R20.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Con Sigma R20 Se logró optimizar la elaboración de metrados y presupuestos de un proyecto de edificación, logrando integrar toda la información en una única plataforma informática, mejorando la gestión de los datos y presentando una variedad de resultados e informes.
- Se realizó la evaluación de los tiempos y recursos requeridos de veinte (20) bloques de edificación con el método tradicional (MS Excel y S10), y se concluye que, dicho método hace uso de procesos poco automatizados, además, no existe vínculo paramétrico entre la información que procesa cada programa, lo que genera demoras y resultados incompatibles entre los procesos de metrados, costos y presupuestos de un proyecto de edificación.
- Se realizó con éxito el desarrollo e implementación de Sigma R20 como herramienta informática para la elaboración de Metrados y Presupuestos de un proyecto de edificación. Sigma R20 presenta una vista ordenada e intuitiva de la información ingresada al programa y le permite al usuario interactuar de forma práctica con los datos y resultados del Proyecto.
- Se realizó la evaluación de los tiempos y recursos requeridos de los veinte (20) bloques de edificación con Sigma R20. Se concluye que Sigma R20, optimiza y mejora los procesos de metrados, costos y presupuestos de un proyecto; además, los resultados que se obtienen de Sigma R20 obtienen una valoración mayor con respecto al método tradicional.
- Con el uso de Sigma R20 se logró reducir hasta en un 50% los tiempos y costos requeridos en el proceso comparado con el método tradicional (MS Excel y S10). La mejora más importante se obtuvo en la etapa de metrados, reduciendo hasta un 76% el tiempo requerido para este proceso.

RECOMENDACIONES


- Se recomienda que las empresas o entidades públicas dedicadas al rubro de la consultoría de obras puedan implementar Sigma R20, como una herramienta informática para la elaboración de Metrados, Costos y Presupuestos de un proyecto de edificación y de esta manera puedan optimizar sus procesos de elaboración de expedientes técnicos.
- Se recomienda que los profesionales o entidades que hagan uso del método tradicional en la elaboración de sus expedientes técnicos puedan trabajar en automatizar e integrar sus procesos mediante el uso de Sigma R20 y para así mejorar sus rendimientos y cumplir con los plazos de entrega de los proyectos.
- Se recomienda que Sigma R20 pueda crear una plataforma de soporte digital con manuales detallados, videos tutoriales y comentarios en la red, para que el programa tenga un mayor alcance y pueda ser usado en una gran variedad de proyectos afines a la Ingeniería Civil y ciencias similares.
- Se recomienda que Sigma R20, además de ser usado en proyectos de edificación, como la presente investigación, pueda ser utilizado en otro tipo de proyectos dentro de la rama de la ingeniería civil, tales como: Proyectos de Infraestructura Vial, Proyectos de Saneamiento, Proyectos Urbanísticos, entre otros.
- Se recomienda que Sigma R20 continúe su proceso de desarrollo y actualización integrando más etapas a su plataforma, tales como: Los Cronogramas Gantt, Cronogramas Valorizados y Adquisición de Recursos. Esto permitiría reducir aún más el tiempo y ahorrar recursos que se requieran para elaborar un estudio definitivo de un Proyecto de Construcción.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Guzmán, G. (2013). Guía actualizada para integración de Presupuestos en Construcción. *Tesis para Título de Arquitecto*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- OSCE. (2010). *Portal OSCE, Sub Dirección de Desarrollo de Capacidades*. Obtenido de https://portal.osce.gob.pe/osce/sites/default/files/Documentos/Capacidades/Capacitacion/Virtual/curso_contratacion_obras/libro_cap3_obras.pdf
- Portal OSCE. (2018). *Legislación y Documentos OSCE*. Obtenido de https://portal.osce.gob.pe/osce/sites/default/files/Documentos/legislacion/ley/2018_DL1444/DS%20344-2018-EF%20Reglamento%20de%20la%20Ley%20N%C2%B0%2030225.pdf
- Ramos, J. (2003). Costos y Presupuestos en Edificaciones. *CAPECO, Lima*, 269.
- Ramos, J. (2014). Costos y Presupuestos en Edificaciones. *CAPECO*, 10.

VIII. ANEXOS

ANEXO 01 – FICHA DE REVISIÓN FINAL DE ASITEC

CÓDIGO: 2021-2-2374262							
CLAVE: 0252							
https://sistemas.pronied.gob.pe/asitec-consulta/#/ficha-digital							
	DIRECTIVA N°001-2019-MINEDU/VMGI-PRONIED						
	ASISTENCIA TÉCNICA A EXPEDIENTES TÉCNICOS PARA MEJORAR LA CALIDAD DE PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA A						
	CARGO DE LOS GOBIERNOS REGIONALES Y GOBIERNOS LOCALES						
	ANEXO N° 18						
FICHA DE REVISIÓN FINAL DE ASISTENCIA TÉCNICA							
I. INFORMACIÓN DEL PROYECTO							
UNIDAD EJECUTORA (UEI)		MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN FELIPE					
NOMBRE DEL PROYECTO		MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. INICIAL N° 481 Y LA I.E. PRIMARIA N° 16839, DEL CASERÍO LA MALAMA DEL DISTRITO DE SAN FELIPE - PROVINCIA DE JAEN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA					
CODIGO DE PROYECTO		2374262	CODIGO UNIFICADO	2374262			
II. REVISION DOCUMENTARIA DEL PROYECTO							
	DESCRIPCION	CUENTA	NO CUENTA	NO APLICA	RECOMENDACIONES		
1	El proyecto cuenta con el Formato N° 08-A actualizado, según las recomendaciones realizadas durante la asistencia técnica	X					
2	El proyecto cuenta con la Resolución de aprobación del expediente técnico actualizado, incluyendo el valor referencial, emitida por la máxima autoridad de la UEI	X					
3	El proyecto se encuentra viable, activo, registrado y no duplicado	X					
III. INFORMACIÓN DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA (596608)							
NOMBRE DE LA IE		481					
CÓDIGO DE LOCAL		596608	CÓDIGO(S) MODULARE(S)	1469063			
REGIÓN		CAJAMARCA	PROVINCIA	JAEN			
DISTRITO		SAN FELIPE	CENTRO POBLADO				
IV. REVISIÓN DOCUMENTARIA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA (596608)							
	DESCRIPCION	CUENTA	NO CUENTA	NO APLICA	RECOMENDACIONES		
1	El expediente técnico cuenta con la ficha de revisión FRG N° 03	X			EL PROYECTO SE ENCUENTRA "APTO" EN LA REVISIÓN DE COSTOS Y PRESUPUESTOS. LA UEI DEBERÁ DE ACTUALIZAR EL FORMATO 08-A EN EL BANCO DE INVERSIONES DEL MEF Y LA RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO.		
2	El expediente técnico cuenta con la ficha de revisión FRG N° 01	X			EL PROYECTO SE ENCUENTRA "APTO" EN LA ETAPA DE ESTUDIOS BÁSICOS. LA UEI DEBERÁ DE CONSIDERAR EL DIMENSIONAMIENTO DEL ANTEPROYECTO DE ARQUITECTURA PARA LA ETAPA DE ESPECIALIDADES.		
3	El expediente técnico cuenta con la ficha de revisión FRG N° 02	X			EL PROYECTO SE ENCUENTRA "APTO" EN LA REVISIÓN DE ESPECIALIDADES. LA UEI DEBERÁ DE CONSIDERAR EL PROYECTO APROBADO PARA LA ETAPA DE COSTOS, PRESUPUESTOS Y PROGRAMACIÓN.		
V. CONCLUSIONES (596608)							
DESCRIPCION		EL PROYECTO SE ENCUENTRA "APTO" EN LA REVISIÓN DE COSTOS Y PRESUPUESTOS. LA UEI DEBERÁ DE ACTUALIZAR EL FORMATO 08-A EN EL BANCO DE INVERSIONES DEL MEF Y LA RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO.		NRO. REVISIÓN	PERIODO		
						FECHA	ESTADO
						2022-01-14 17:44:07.16	CULMINADO
COORDINADOR DEL PROYECTO (UEI)		JOSE OSBER ESPINOZA OBLITAS		N. COLEGIATURA	FIRMA Y SELLO		
				152992	-		
COORDINADOR EN ASISTENCIA TÉCNICA		MARCO RUIZ ORREGO					

ANEXO 02 – FICHA TECNICA PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

FICHA TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN N° 001

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN - ESCUELA PROFECIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto de Investigación: SOFTWARE SIGMA R20 PARA LA ELABORACIÓN DE METRADOS, COSTOS Y PRESUPUESTOS DE PROYECTOS DE EDIFICACIÓN.

Responsable: BACH. JHONATAN RAMOS SANCHEZ

Proyecto muestra: “Mejoramiento y Ampliación de los servicios educativos de la I.E. Inicial N° 481 y la I.E. Primaria N° 16839, del caserío de La Malama, distrito de San Felipe – provincia de Jaén – departamento de Cajamarca”

Fecha: _____

Componente (Bloque) a medir: _____

Los siguientes indicadores, representan la secuencia de procedimientos a medir el tiempo requerido por un profesional capacitado

ETAPA DE METRADOS		REGISTROS	
PARÁMETRO	UND	EXCEL/S10	SIGMA R20
Definición de títulos y partidas	min		
Definición de componentes y bloques	min		
Diseñar resumen del proyecto	min		
Numeración de ítems	min		
Agregar título o partida	min		
Metrados de elementos	Losas	min	
	Muros	min	
	Columnas	min	
	Vigas	min	
Generación de sumas	min		
Copiar el metrados de un elemento	min		
Editar el mercado de un elemento	min		
Eliminar el mercado de un elemento	min		

ETAPA DE COSTOS		REGISTROS	
PARÁMETRO	UND	EXCEL/S10	SIGMA R20
Definición del recurso o insumos	min		
Análisis de costo unitario	min		
Copiar el costo de otra partida	min		

ETAPA DE PRESUPUESTO		REGISTROS	
PARÁMETRO	UND	EXCEL/S10	SIGMA R20
Creación de la estructura del presupuesto	min		
Ingreso de información de metrados	min		
Definición de pie de presupuesto	min		
Procesamiento del presupuesto	min		

ETAPA DE RESULTADOS		REGISTROS	
PARÁMETRO	UND	EXCEL/S10	SIGMA R20
Presentación de informes	0 - 10		
Modificación de valores en metrados	0 - 10		

ANEXO 03 – CONSTANCIA DE USO DE SOFTWARE

Diseño - Ingeniería - Construcción
RUC N° 20601157587



CONSTANCIA DE USO DE SOFTWARE

El que suscribe, en condición de representante de la empresa INNOVA 3D & C S.A.C. con RUC N°: 20601157587.

POR MEDIO DE LA PRESENTE:

Hago constar que la empresa INNOVA 3D & C S.A.C., utiliza el programa SIGMA R20 METRADOS Y PRESUPUESTOS, en diferentes proyectos de construcción que la empresa ha llevado a cabo hasta la fecha. Dicho programa ha demostrado ser una herramienta muy útil y práctica, además, ha mejorado nuestros procesos para elaborar los metrados, costos y presupuestos de un proyecto de construcción.

Se expide la presente **CONSTANCIA** para los fines que estime conveniente.

INNOVA
3D & C

Jaén, 18 de mayo del 2023

INNOVA 3D & C S.A.C.
RUC. 20601157587
Ingr. Angel Silva Mora
GERENTE GENERAL

INNOVA 3D&C S.A.C. – Diseño, Ingeniería y Construcción
Calle Nicolás Gutiérrez # 604 – Sector Santa María – Jaén
Cel.: 958 583 209 - innova3dyc@hotmail.com

ANEXO 04 – CONSTANCIA DE USO DE SOFTWARE

CONSTANCIA DE USO DE SIGMA R20

El que suscribe, en condición de coordinador de la Formulación del proyecto: “MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. INICIAL N° 481 Y LA I.E. PRIMARIA N° 16839, DEL CASERÍO DE LA MALAMA, DISTRITO DE SAN FELIPE – PROVINCIA DE JAÉN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA”

POR MEDIO DE LA PRESENTE:

Hago constar que, durante el desarrollo del Expediente Técnico del proyecto en mención, se hizo uso del programa SIGMA R20 Metrados y Presupuestos, en la elaboración de metrados, costos y presupuestos del proyecto. Dicho programa ha demostrado ser una herramienta muy útil y práctica para los profesionales responsables de las distintas especialidades, así como para los evaluadores por parte de la entidad solicitante.

Se expide la presente **CONSTANCIA** para los fines que estime conveniente.

Jaén, 18 de mayo del 2023



Osber Espinoza Mollas
INGENIERO CIVIL
C.R. 152992

ANEXO 05 – PANEL FOTOGRÁFICO



Foto 01 – Algunos miembros del equipo de trabajo del proyecto: “Mejoramiento y Ampliación de los servicios educativos de la I.E. Inicial N° 481 y la I.E. Primaria N° 16839, del caserío de La Malama, Provincia de San Felipe, región Cajamarca”

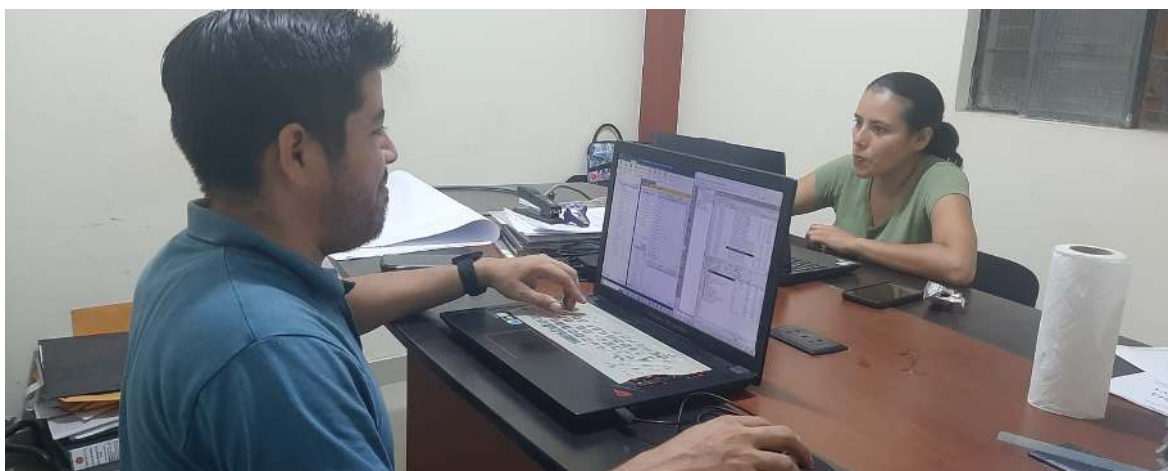


Foto 02 – Mediciones de cada bloque mediante EXCEL/S10 y mediante Sigma R20

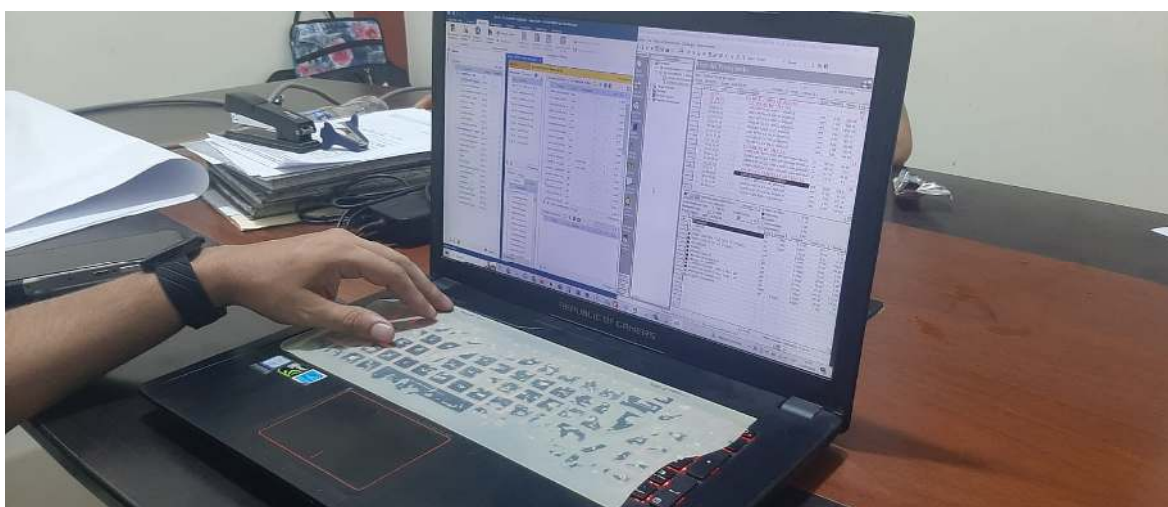


Foto 03 – Comparación de los programas S10 y Sigma R20

ANEXO 06 – MANUAL DEL PROGRAMA

Sigma R20 – Metrados y Presupuestos de Obra

MANUAL BÁSICO



Junio 2022

1

PRESENTACIÓN

Sigma R20, es una moderna herramienta informática especializada en la creación de metrados, costos, presupuestos y programación de obra. Integra un flujo de trabajo optimizado, que organiza una gran cantidad de datos y acelera su análisis.

Entre las funciones disponibles en Sigma R20 tenemos:



La ventana de inicio nos permite crear y acceder de manera rápida a plantillas de trabajo y a los proyectos recientemente abiertos.

The image shows the 'ESTRUCTURA DEL PROYECTO' window. On the left, there is a tree view showing the project structure with categories like 'ESPECIALIDADES', 'ARQUITECTURA', 'INSTALACIONES ELÉCTRICAS', 'INSTALACIONES PLUMBAS', and 'INSTALACIONES MECANICAS'. On the right, there is a detailed table of items with columns for 'Unid', 'Unid', 'Metros', and 'Costo'. The table lists various construction items such as 'CONCRETO DE ZAPATAS', 'ACERO DE ZAPATAS', 'CARGOS DE ZAPATAS', 'MALLA DE CONCRETO', 'CONCRETO DE LOSA DE CIMA', 'PROBADO FÍSICO DE LOSA DE CIMA', 'MALLA DE LOSA DE CIMA', 'CARGOS DE LOSA DE CIMA', 'CONCRETO DE LOSA DE CIMA', 'PROBADO FÍSICO DE LOSA DE CIMA', 'MALLA DE LOSA DE CIMA', and 'CARGOS DE LOSA DE CIMA'.

Unid	Unid	Metros	Costo
m ²	20.00	20.00	5700.00
kg	200.00	200.00	5000.00
m ²	12.00	12.00	200.00
m ²	8.00	8.00	200.00
m ²	8.00	8.00	200.00
m ²	11.00	11.00	200.00
m ²	20.00	20.00	5700.00
m ²	8.00	8.00	200.00
kg	200.00	200.00	5000.00
m ²	8.00	8.00	200.00
m ²	8.00	8.00	200.00
m ²	11.00	11.00	200.00
m ²	20.00	20.00	5700.00
m ²	8.00	8.00	200.00
m ²	8.00	8.00	200.00
m ²	11.00	11.00	200.00
m ²	20.00	20.00	5700.00

La Estructura de Títulos y Partidas nos permite crear y organizar rápidamente las Especialidades, Títulos, Subtítulos y Partidas.

Este diseño permite generar automáticamente los distintos informes disponibles, tomando en cuenta solo aquellos que tienen información de metrados. Importar una especialidad o partida, cambiar el orden de títulos o partidas, duplicar o agrupar, son algunas de las opciones implementadas en Sigma R20.



La Ventana de Bloques nos permite organizar y gestionar la información de metrados en grupos, sub grupos y bloques de trabajo.



La ventana de Metrados por Elementos nos permite crear metrados para cada bloque constructivo de forma rápida y eficiente.

La lógica de Sigma R20 señala que cada bloque lo conforman un conjunto de elementos y sistemas constructivos, y cada elemento o sistema requiere de una serie de partidas que miden las distintas actividades necesarias para ejecutar o construir el elemento.



La Ventana de Análisis de Costos, nos permite gestionar eficientemente la información para cada partida en el proyecto, también nos muestra los resultados de metrados de cada partida para cada bloque creado, así como la especificación técnica correspondiente.



La Ventana de Especificaciones Técnicas nos ofrece un editor de texto con múltiples opciones cuya información se indexa a cada título o partida. También tenemos las opciones de intercambio de datos de especificaciones entre distintos proyectos.

Toda la información suministrada hasta este punto, puede procesarse de distintas maneras en Sigma R20. Puede editarse esto desde la ventana de Opciones de Procesamiento.



Sigma R20 es el único software que tiene la capacidad de procesar en simultáneo los informes por Especialidad y Por Bloque O Componente tanto para metrados como para presupuestos. Entre los informes presentados por Sigma R20 tenemos:

Código	Descripción	Unidad	Cant	M3	M2	M1	M0	M4	M5	M6
ESTRUCTURAS										
CONCRETO ARMADO										
02.21.01	REVOQUE INTERIOR Y EXTERIOR	M ²	110.45	100.000	200.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
02.21.02	CONCRETO ARMADO EN LAJAS	M ³	1.000.00	0.000	200.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
02.21.03	CONCRETO ARMADO EN COLUMNAS	M ³	1.111.11	0.000	200.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
02.21.04	CONCRETO ARMADO EN PAREDES	M ³	500.00	0.000	200.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
02.21.05	CONCRETO ARMADO EN LOSAS	M ³	500.00	0.000	200.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
02.21.06	CONCRETO ARMADO EN VIGAS	M ³	500.00	0.000	200.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
02.21.07	CONCRETO ARMADO EN ESCALERAS	M ³	500.00	0.000	200.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
02.21.08	CONCRETO ARMADO EN PASADIZOS	M ³	500.00	0.000	200.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
02.21.09	CONCRETO ARMADO EN BARRIOS	M ³	500.00	0.000	200.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
02.21.10	CONCRETO ARMADO EN CIMENTACIONES	M ³	500.00	0.000	200.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ACEROS										
02.22.01	ACEROS	M ³	1.000.00	0.000	200.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
02.22.02	CONCRETO ARMADO EN LAJAS	M ³	1.000.00	0.000	200.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
02.22.03	CONCRETO ARMADO EN COLUMNAS	M ³	1.111.11	0.000	200.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
02.22.04	CONCRETO ARMADO EN PAREDES	M ³	500.00	0.000	200.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
02.22.05	CONCRETO ARMADO EN LOSAS	M ³	500.00	0.000	200.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
02.22.06	CONCRETO ARMADO EN VIGAS	M ³	500.00	0.000	200.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
02.22.07	CONCRETO ARMADO EN ESCALERAS	M ³	500.00	0.000	200.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
02.22.08	CONCRETO ARMADO EN PASADIZOS	M ³	500.00	0.000	200.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
02.22.09	CONCRETO ARMADO EN BARRIOS	M ³	500.00	0.000	200.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
02.22.10	CONCRETO ARMADO EN CIMENTACIONES	M ³	500.00	0.000	200.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Resumen de Metrados, Detalle de Metrados por especialidad y por Bloque, Metrados de Bloque, Metrados por elementos, Especificaciones Técnicas,

The screenshot displays the Sigma R20 software interface. At the top, there is a table titled 'Índice' with columns for 'Código', 'Descripción', 'Unidad', 'Precio', and 'Porcentaje'. Below this is a table titled 'Resumen de Ítems Politécnica' with columns for 'Código', 'Descripción', 'Cantidad', 'Precio', 'Porcentaje', and 'Detalle'. At the bottom, there is a 'Cálculo' section with a formula: $K = 2.2794 A / W + 2.2332 B / W + 2.1447 C / W + 0.1410 D / W$.

Código	Descripción	Unidad	Precio	Porcentaje
39	Techo con alfilerado y con paredes		5,025,210.10	22.319%
40	Muro exterior		5,046,371.60	22.357%
11	Concreto armado tipo I		4,700,855.21	19.949%
2	Acero de construcción corrugado		2,000,271.21	14.437%
12	Módulo y lámina		1,014,411.20	4.344%
15	Montaje a mano normal		670,315.00	2.819%
			22,346,838.42	

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Porcentaje	Detalle
39	Ítem general concreto y alfilerado	26	5,025,210.10	22.34 % A	
40	Muro exterior	42	5,046,371.60	22.36 % B	
11	Concreto Armado Tipo I	31	4,700,855.21	19.47 % C	
2	Acero de construcción corrugado	2	2,000,271.21	14.43 % D	

Sigma R20, es la mejor opción informática para gestionar de forma óptima la información de metrados, costos y presupuesto de proyectos de construcción.

Con Sigma R20 reducimos muchas horas de trabajo, ya que las modificaciones y actualizaciones de cualquier dato o parte del proyecto actualizará de forma automática todos los resultados en los informes.

También podemos encontrar más información sobre el uso de Sigma R20 en el siguiente canal de Youtube:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLTnPDumMuC6c_rBIquwW9Fwg536jzS4N

