

CAPÍTULO 7

CONCEPCIONES DE DENSIDAD EN BLOCKS PARA TUBOS RADIO CONDUCTORES DE ENERGÍA SOLAR TRACES



<https://doi.org/10.22533/at.ed.316122508047>

Fecha de aceptación: 05/12/2025

José Enrique Salinas Carrillo

Departamento de ciencias de la tierra,
Instituto Tecnológico de Tehuacán

Rogelio Rojas Ramos

Departamento de posgrado e
investigación, Instituto Tecnológico de
Tehuacán
División de Ciencias Naturales,
Universidad Intercultural del Estado de
Puebla

de calculo geometrico que se derivan
directamente de los conceptos asociados.

PALABRAS CLAVE: densidad, lineal,
superficial, volumétrica, blocks, traces

**DENSITY CONCEPTS IN BLOCKS
FOR SOLAR ENERGY RADIO
CONDUCTOR TUBES TRACES**

ABSTRACT: This article addresses the theoretical concept of density in multiple ways, illustrating its use in realities related to the applicability of the block concept for solar energy radio-conducting tubes “seract”, a concept that arises from the application of solar energy. The richness of the term density is illustrated by assuming that the object being studied has associated values for length, area, and volume that can be used to define linear density, surface density, and volumetric density, each with a specific purpose according to the intended use of the concept.

KEYWORDS: density, linear, surficial, volumetric, bricks, seract

RESUMEN: En este artículo se aborda el concepto teórico de densidad en concepciones múltiples, ejemplificando su uso en realidades relacionadas con la aplicabilidad del concepto de block para tubo radio conductor de energía solar “traces”, un concepto que surge a partir de la aplicación del uso de la energía solar. La riqueza del término densidad se ilustra suponiendo que el objeto que se trabaja tiene valores asociados de longitud, área y volumen que pueden servir para definir densidad lineal, densidad superficial y densidad volumétrica, cada una con un fin especial de acuerdo con el uso que se espera del concepto. Se describen detalladamente las formulas

INTRODUCCIÓN

En este artículo se aborda el concepto de densidad en sus concepciones densidad lineal, densidad superficial y densidad volumétrica, aplicada al concepto físico de Block para “Traces” (Tubos radioconductores de energía solar) es una arista del proyecto denominado “Usos de la radio conducción de energía solar, como fuente de iluminación o fuente de calor” (Salinas-Carrillo, Perez-Castañeda, & López-Sánchez, 2019), estudio que cobra relevancia en el contexto en materia de la aplicación en la industria de dichos blocks. Mismos que están en desarrollo para una posible comercialización, revisando los aspectos procedimentales, que involucran a la masificación del concepto de Block para tarces. El concepto de block para traces surge de un prototipo en estudio, cuya geometría final tiene un avance en la forma, y en este estudio teórico práctico se obtienen los métodos de cálculos, que caracterizan al prototipo actual. Como se puede observar el concepto de densidad tiene múltiples aplicaciones desde el que se propone para poblaciones (Iglesias-Pascal, 2014). De hecho en materia de educación el concepto está íntimamente ligado con los conceptos de masa y volumen de manera clásica. (Palacios-Díaz & Criado, 2017). Sin embargo, en tratamientos avanzados muchas veces es necesario considerar objetos que tienen longitud preferentemente que los define u en ocasiones es el área la que los determina. Es cuando en tratamientos matemáticos se usan las integrales de masa definidas en las ecuaciones 1,2, o 3 (Bowen, 2008). En esas integrales se nota que preferentemente se usan los conceptos de densidades como alternativas teóricas más adecuadas.

$$m = \int_a^b \rho_l dl \quad [1]$$

$$m = \iint_A \rho_A dA \quad [2]$$

$$m = \iiint_V \rho_V dV \quad [3]$$

Es en este sentido que aparecen las concepciones de densidad que consideraremos para un objeto tecnológico como son los blocks para traces. Y el objetivo es proveer de manera anticipada la teoría que permita la adaptación a las diferentes necesidades que se seguirán al producir los blocks para traces. La justificación teórica se deriva del análisis minucioso de los conceptos de área, volumen y longitud en conexión con la densidad, aplicados al prototipo.

METODOLOGIA

La geometría que ofrece el prototipo de Block para tubo radioconductor de energía solar (TRACES) se muestra en la figura 1. Como se puede observar, dicho block está formado por una perforación cilíndrica que contiene como parte del molde un tubo circular de PVC de 3 pulgadas de radio.



Figura 1: Prototipo de block para tubo radio conductor de energía solar

Consideremos varios conceptos anexos al concepto de block radio conductor de radiación solar. Iniciando primero con el concepto de volúmenes asociados al prototipo.

Si abordamos el concepto de volumen y las fórmulas de cálculo para los mismos tenemos varios volúmenes asociados al prototipo, los cuales denominaremos: volumen real del tepetzil, volumen paralelo que contiene al block, volumen de materia total, volumen total del Policloruro de Vinilo (PVC), a estos conceptos les asociamos las siguientes variables.

: Volumen real del tepetzil. Este volumen se puede deducir de las dimensiones reales, las cuales se ilustran en la figura 2, y la fórmula de cálculo está dada por la ecuación 1. En donde las variables significan : Largo; : Ancho : Altura; : Altura hasta el poste de PVC; : El radio exterior del tubo de PVC

$$V_{rt} = lah - \pi r^2 h = h(la - \pi r^2) \quad (1)$$

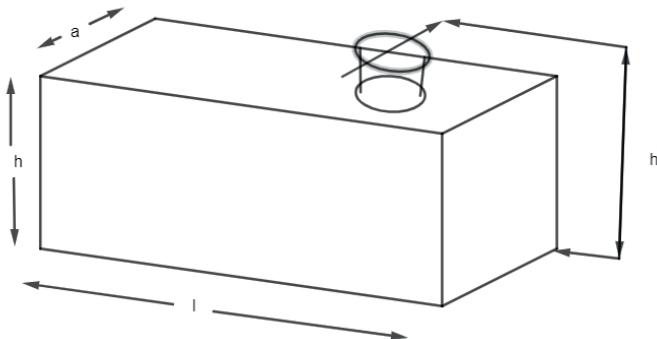


Figura 2: Dimensiones típicas del prototipo de Block para traces

Volumen paralelo que contiene al block V_{pcb} Este volumen es el que tendría un paralelepípedo que contenga al block junto con su saliente del tubo, es mayor que el volumen anterior y su cálculo se ilustra en la ecuación 2

$$V_{pcb} = h' la \quad (2)$$

Volumen material total V_{mt} El volumen de material total se puede conceptualizar como aquel volumen que incluye todos los constituyentes físicos, del block como es la parte volumétrica del tepetzi V_{rt} y la parte volumétrica formada por el tubo de PVC V_{tpvc} . Dichos volúmenes, se pueden visualizar en la figura 3 y cumplen la ecuación 3

$$V_{mt} = V_{rt} + V_{tpvc} \quad (3)$$

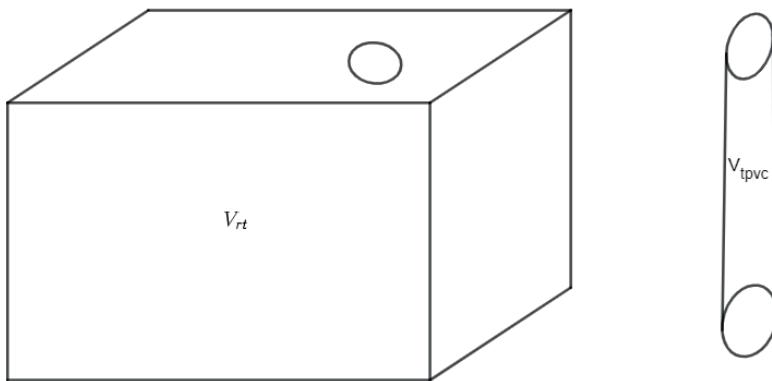


Figura 3 Volumen real de tepetzi y volumen real de PVC

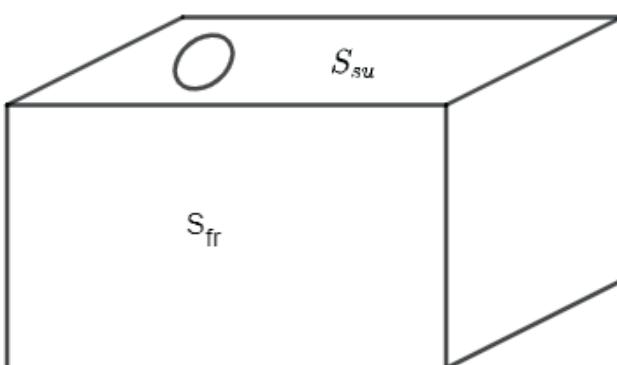
Se debe aclarar que el volumen total del PVC está definido como se muestra en la ecuación 4

Volumen total del pvc V_{tpvc} :

$$V_{tpvc} = \pi h' (r_e^2 - r_i^2) \quad (4)$$

con r_e , r_i los radios exterior e interior del tubo de pvc.

CONSIDERACIONES SUPERFICIALES

También el concepto de superficie puede ser trabajado de manera separada para las aplicaciones que se enuncian posteriormente. Sean las superficies frontal y superior 

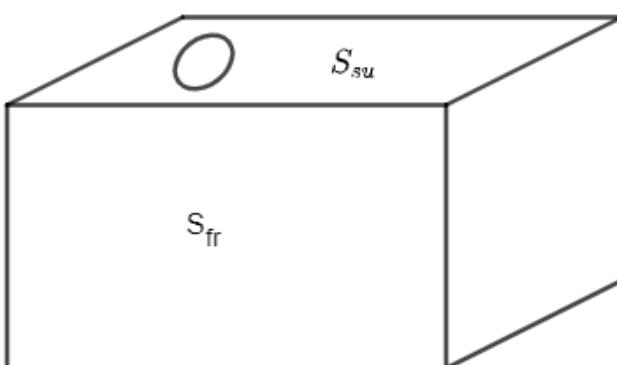


Figura 4 Superficie superior y superficie frontal

Superficie frontal S_{fr} Esta superficie frontal está dada por la ecuación 5

$$S_{fr} = h' l \quad (5)$$

Superficie superior S_{su} Esta superficie superior está dada por la ecuación 6

$$S_{su} = l a \quad (6)$$

CONSIDERACIONES DE LONGITUD

En la figura 2 aparecen los valores asociados a longitudes del block, pero por cuestiones de comodidad en los conceptos se redefinen dos dimensiones del block de manera conveniente como longitud horizontal y longitud vertical, esto suponiendo una

orientación en el block como se mostró inicialmente en la figura 1. De acuerdo con esto los conceptos redefinidos corresponden a los descritos por las igualdades 7 y 8.

Longitud horizontal l_{hr} :

$$l_{hr} = l \quad (7)$$

Longitud vertical l_{ver} :

$$l_{ver} = h' \quad (8)$$

DENSIDADES

Estos conceptos de volumen, superficie y longitud encuentran su aplicación en la definición de densidad en sus respectivas acepciones y con la finalidad de diferenciarlos se proponen los conceptos densidad volumétricas.

Densidades volumétricas

Para el concepto de densidad volumétrica tenemos tres propuestas a saber densidad del bloque relleno de tepetzi, ρ_{pcb} la densidad del volumen paralelo contenido en el block, y ρ_{mt} , la densidad de masa total del block.

Densidades de bloque relleno de tepetzi ρ_{rt} . La densidad del bloque relleno tepetzi, ecuación 9, tiene como masa a considerar m_t , que es la masa de tepetzi y el volumen relleno de tepetzi V_{rt}

$$\rho_{rt} = \frac{m_t}{V_{rt}} \quad (9)$$

La densidad de volumen paralelo contenido en el block ρ_{pcb} . La densidad de volumen paralelo contenido en el block, ecuación 10, usa los conceptos de masa del block m_b , y volumen paralelo contenido en el block V_{pcb} .

$$\rho_{pcb} = \frac{m_b}{V_{pcb}} \quad (10)$$

La densidad de masa total del block ρ_{mt} . En tanto que la densidad de masa total del block, ecuación 11, involucra a los conceptos masa total, m_{tot} , y el volumen de la masa total, V_{mt} .

$$\rho_{mt} = \frac{m_{tot}}{V_{mt}} \quad (11)$$

La densidad superficial

También es posible definir una densidad de superficie en este caso y para el prototipo de block para tubo radioconductor de energía solar, se han propuesto dos conceptos que son $\rho_{S_{fr}}$, densidad de superficie frontal y, $\rho_{S_{su}}$, densidad de superficie superior.

Densidad de superficie frontal . La densidad de superficie frontal está definida por la ecuación 12, considerando que un bloque visto, con la cara mayor, la cual es considerado el frente de este, se puede abstraer como solo una sección de superficie que contiene una masa del block m distribuida sobre la superficie frontal S_{fr}

$$\rho_{S_{fr}} = \frac{m}{S_{fr}} \quad (12)$$

Densidad de superficie superior $\rho_{S_{su}}$. La densidad de superficie superior está definida por la ecuación 13, considerando que el block está ocupando una cara que contiene única y exclusivamente la sección superior considerando el bloque como en la figura 1, y tiene como conceptos anexos a la definición la masa del block m , y la superficie superior denotada como S_{su} .

$$\rho_{S_{su}} = \frac{m}{S_{su}} \quad (13)$$

DENSIDAD LINEAL

En el caso de generar líneas de aplicación de los blocks traces, se proponen los conceptos $\rho_{l_{hr}}$, densidad lineal horizontal, $\rho_{l_{ver}}$, densidad lineal vertical.

Densidad lineal horizontal $\rho_{l_{hr}}$. La densidad lineal horizontal, es el concepto que se define a través de la ecuación 14 en donde aparecen los conceptos masa del block, m , y longitud horizontal l_{hr} .

$$\rho_{l_{hr}} = \frac{m}{l_{hr}} \quad (14)$$

Densidad lineal vertical $\rho_{l_{ver}}$. En tanto que la densidad lineal vertical, la definimos mediante la ecuación 15, en la que aparecen los conceptos masa del block, m , y longitud vertical, l_{ver} .

$$\rho_{l_{ver}} = \frac{m}{l_{ver}} \quad (15)$$

DATOS DEL BLOCK PARA TUBO RADIOCONDUCTOR DE ENERGÍA SOLAR; BLOCK-TRACES.

En la tabla 1 se muestran datos tomados del prototipo de Block para Traces, los datos ahí presentes son representativos de los reales para el modelo de block para traces, mediante esos valores y las fórmulas propuestas anteriormente es que se calculan parámetros volumétricos, superficiales y lineales, así como las densidades que se derivan de esas formulas, en la tabla 2 aparecen los valores calculados de estos conceptos mencionados previamente.

Parámetros del Block-TRACES			
Variables	Valor	Unidad	Significado
l	39	cm	longitud horizontal del block
a	14	cm	ancho del block
h	20	cm	altura del bloque de tepetzil
h'	22	cm	altura del bloque hasta el poste de pvc
r	3.8	cm	radio exterior del tubo de pvc
r_i	3.5	cm	radio interior del tubo de pvc
r_e	3.8	cm	radio exterior del tubo de pvc
m	11800	g	masa del block completo
m_{te}	11630	g	masa del tepetzil
m_{pvc}	170	g	masa del tubo de pvc
l_{hr}	39	cm	longitud horizontal del block
l_{ver}	22	cm	longitud vertical del block

Tabla 1: Variables paramétricas, valores y unidades de medida del block para TRACES

RESULTADOS

Como se puede apreciar en la tabla 2 se reportan los diferentes valores de volumen, superficie y longitudes utilizadas para efectuar el cálculo de las densidades conceptualizadas en este artículo, claramente la densidad lineal, la densidad superficial y la longitud lineal consideradas, tienen unidades diferentes, y la ecuación básica de densidad se aplica en cada contexto.

Valores de volúmenes		Unidad	Significado
V_{rt}	10012.71	cm^3	$V_{rt} = h(la - \pi r^2)$
V_{pcb}	12012.00	cm^3	$V_{pcb} = h'la$
V_{mt}	10164.07	cm^3	$V_{mt} = V_{rt} + V_{tpvc}$
V_{tpvc}	151.36	cm^3	$V_{tpvc} = \pi h' (r_e^2 - r_i^2)$
S_{fr}	858	cm^2	$S_{fr} = h'l$
S_{su}	546	cm^2	$S_{su} = la$
l_{hr}	39	cm	$l_{hr} = l$
l_{ver}	22	cm	$l_{ver} = h'$

Tabla 2: Valores de volumen, superficie y lineales del Block para Traces

En la tabla 3 aparecen contrastados los diferentes valores de densidad según las definiciones dadas para cada caso, con su respectiva fórmula de cálculo.

variables	valor	unidad	Significado
ρ_{rt}	1.144	g/cm^3	$\rho_{rt} = m_t/V_{rt}$
ρ_{pcb}	0.982	g/cm^3	$\rho_{pcb} = m_b/V_{pcb}$
ρ_{mt}	1.161	g/cm^3	$\rho_{mt} = m_{tot}/V_{mt}$
ρ_{sfr}	13.75	g/cm^2	$\rho_{sfr} = m/S_{fr}$
ρ_{ssu}	21.612	g/cm^2	$\rho_{ssu} = m/S_{su}$
ρ_{lhr}	302.564	g/cm	$\rho_{lhr} = m/l_{hr}$
ρ_{lver}	536.364	g/cm	$\rho_{lver} = m/l_{ver}$

Tabla 3: Valores de las diferentes densidades

APLICABILIDAD DE LOS CONCEPTOS DE DENSIDAD DESCritos.

Diseño de la mezcla

Aplicación del concepto densidad de volumen de tepetzi, esta densidad es la que se obtiene para una probeta que únicamente contiene la mezcla de tepetzi, que es la parte

gruesa y real de este material y que conforma el cuerpo del Block para Traces, así que a la hora de diseñar la mezcla de tepetzil con sus agregados esta permite obtener la cantidad total de mezcla aplicando la ecuación.

$$m_t = \rho_{rt} * v_{rt}$$

Donde primero se define la geometría y se calcula posteriormente el volumen real de la mezcla con tepetzil, y dependiendo de los materiales que se mezclaran se determina la densidad real de la muestra del tepetzil, para así determinar la masa total de tepetzil por block para traces.

Almacenamiento para transporte

Aplicación del concepto de densidad de volumen paralelo contenido en el block, esta densidad presupone que el volumen que se tratará es el necesario para almacenar en un paralelepípedo dicho block para traces, así que si se desea almacenar una cantidad de blocks para traces, es necesario calcular el volumen que ocuparan es la práctica al colocar los blocks para ser posiblemente transportados, y tenemos entonces que si hay un volumen que ocupar que permita la colocación de blocks ese volumen con dimensiones generadas a partir de una colocación paralela total que denominamos v_{pcb} volumen paralelo de colocación de blocks, y se calcula ya con el block muestra la ρ_{pcb} para calcular mediante la fórmula

$$m_{bs} = \rho_{pcb} v_{pcb}$$

La masa total m_{bs} que se tendrá ocupada para ese volumen en particular, es útil esta definición en el caso de considerar el almacenaje o transportación de blocks para traces.

El block considerado como homogéneo y el volumen libre

El concepto de densidad de materia total ρ_{mt} presupone que el volumen que únicamente está ocupado por tepetzil o pvc, es el volumen total v_{tot} considerado por lo que si se considera un fluido que pueda penetrar el espacio libre esto incrementará la masa posible de transportar, nótese que el valor del volumen considerado para este cálculo es el que ocupan de manera efectiva los materiales sin considerar la parte hueca.

Podemos considerando el volumen v_{pcb} de n blocks correspondiente a la respectiva masa m_{bs} y restando los valores de los volúmenes

$$v_{li} = v_{mt} - v_{pcb}$$

obtendremos el espacio libre que se deja sin utilizar debido a la geometría del problema de almacenamiento y propia del block para trazos. En este caso se procederá a la inversa para obtener primero la masa total m_{tot} y con ella determinar el V_{mt} .

Un área horizontal para block tendido

El caso de la densidad superficial frontal ρ_{Sfr} encuentra su aplicación cuando utilizamos el colocar en un área S_{fr} que se encuentra a ras del suelo o plataforma, una serie de blocks colocados con su cara frontal mirando hacia arriba. Y de modo que se siguen uno de otro utilizando un área para tal fin dada como múltiplos del área frontal unitaria. Si conocemos el área total a cubrir podemos entonces determinar la masa total del conjunto de blocks que ocupan dicha área. O a la inversa si conocemos la masa de la cantidad de blocks a colocar de esa manera podemos determinar el área necesaria para tal fin.

Un área que ocupara una sucesión de bloques.

Con el mismo arreglo anterior de bloques colocados de manera que la cara frontal quede hacia arriba podemos explorar el efectuar un arreglo de varios bloques apilados uno sobre otro y así determinar el área.

Una línea de blocks colocados uno sobre otro

Bajo el concepto de densidad lineal, podemos considerar una línea de blocks apilados uno sobre otro de modo tal que la longitud que alcanza el apilamiento es un múltiplo de la longitud vertical, esto nos puede ayudar para calcular la longitud a la cual deberá existir una trabe para que estén adecuadamente colocados los blocks en su aplicación en construcción, utilizamos en esos casos múltiplos de la longitud vertical para tal fin. De manera similar la longitud puede servirnos para colocar a los blocks de canto como si la pared estuviera en el suelo, coincidiendo lo que se definió como área superior, con la base de dicho block. Si medimos la distancia tomando la más cercana superior a los múltiplos de la l_{ver} y multiplicamos a ese múltiplo por la densidad lineal respectiva nos arroja la masa de los bloques así apilados.

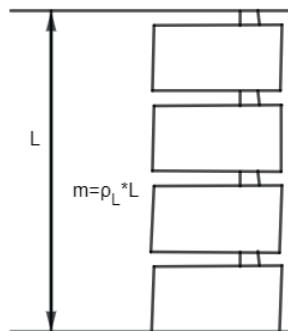


Figura 5 Block a block en sucesión progresiva hacia arriba

CONCLUSIÓN

Como se puede apreciar de las aplicaciones el concepto de densidad en diferentes contextos tiene flexibilidad que se adapta a situaciones de diseño, de almacenaje, de cuantificación de materiales compuestos, y en su versión de densidad de área a transportación de este o a secciones de área ocupadas por los blocks para trazos.

REFERENCIAS

- Bowen, R. M. (2008). *Introduction to continuous mechanics for engineers*. Texas: Angelo Miele.
- Iglesias-Pascal, R. (2014). *Iglesias Pascual, R. El papel de las concepciones espaciales subjetivas en la segregación residencial de los barrios con alta densidad de inmigración: el caso de la ciudad de Sevilla*. Sevilla: Universidad Pablo de Olavide.
- Palacios-Díaz, R., & Criado, A. M. (2017). Lo que no dicen los libros de texto españoles de educación secundaria obligatoria sobre la masa, el volumen y la densidad. *Revista de investigación y experiencias didácticas*, 51-70.
- Salinas-Carrillo, J. E., Pérez-Castañeda, O. L., & López-Sánchez, E. (2019, 01 15). Usos de la energía solar en la radioconducción, como fuente de iluminación o fuente de calor. Tehuacán, Puebla, México.