

# Diseño de bloques de hormigón en Rep. Dom. con características capaces de reducir tiempo de colocación en un sistema de mampostería en el año 2014.

Damariel Cáceres Marte, Bachiller, Alana Céspedes Morán, Bachiller, Juan Carlos Cobián Salas, Bachiller, Geraldo Díaz Vásquez, Bachiller, Patricio Genao Linares, Bachiller, Valentina Mateo Guzmán, Bachiller, Perla L. Sánchez Riveras, Bachiller, Carlos Rojas Martin, Bachiller.

*Instituto Tecnológico de Santo Domingo, Distrito Nacional, Republica Dominicana, damariel\_cm@hotmail.com, cespaldasana@gmail.com, jccobian928@hotmail.com, geraldodiaz14@gmail.com, patricioagenao@gmail.com, valentinamg06@hotmail.com, sanchez.riveras@gmail.com, carlosrojasmartin@gmail.com*

*Mentor: Tulio Rodríguez, PhD*

*Instituto Tecnológico de Santo Domingo, República Dominicana, tulio.rodriguez@intec.edu.do*

*Resumen-La eficientización de los procesos constructivos es una meta que todo ingeniero civil ansía alcanzar en sus proyectos. No sólo en la disminución de tiempo de duración o desperdicio de materiales sino también en la mejora de calidad en los procesos.*

*El Level Block es una herramienta diseñada con la finalidad de ahorro de tiempo en mano de obra y materiales durante la actividad de posicionamiento y nivelación de bloques. Al proporcionarle al bloque tradicional una forma en la cual encajan y se acoplan dos o más bloques, se busca lograr eficacia, comodidad y calidad durante el transcurso de las actividades mencionadas anteriormente.*

*Basado en estudios y pruebas realizadas durante el trayecto del proyecto, el Level Block nos proporciona una mayor unificación al elemento de mampostería lo cual nos aporta, en adición a los beneficios mencionados anteriormente, una mayor resistencia.*

*La industrialización del Level Block sería un gran avance en el ámbito de construcción. Debido a su facilidad de uso y amplios beneficios, la introducción de este producto al mercado causaría un gran impacto positivo en la mampostería y por lo tanto una sustancial eficientización de procesos comparado con el uso de bloques tradicionales.*

*Palabras claves: eficiencia, construcción, acoplar, nivelación, bloques.*

*Abstract-The efficiency of constructive processes has always been a goal that civil engineers yearn to achieve. Not only saving time and materials, but also gaining quality.*

*Level Block is a tool designed with the purpose of saving time and materials during the activities of positioning and leveling blocks. By modifying the shape of the traditional block to a fixable and adjustable shape between two or more blocks, we seek an increase of efficiency, comfort and quality during the course of the activities previously mentioned.*

*Based on research and experiments made during the project, the Level Block provides us (in addition of all the benefits discussed before) a greater integrity of the masonry structural element which translates into an improvement of resistance. The*

*industrialization of Level Block would be a great advance in construction procedures. Because it is easy to use and has so many other benefits, the introduction of this product to the construction market will cause a positive impact on masonry procedures which will cause a substantial rise of efficiency compared to traditional blocks.*

*Keywords: efficiency, construction, fixable, leveling, blocks.*

## I. INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción es considerada como uno de los sectores con menor nivel de desarrollo productivo. Son diversos los factores que limitan el crecimiento del grado de productividad de esta profesión, y dentro de estos, un alto porcentaje está vinculado a la mano de obra, trayendo como consecuencias un colosal expendio de recursos y una restringida efectividad, lo que a su vez puede provocar bajos niveles de calidad [1].

Bajo la desconcertante situación actual de esta industria y con el diseño de constituir una posible propuesta de mejora nace "LevelBlock", el cual busca ser un instrumento de reducción de dichas consecuencias, trayendo ventajas tanto para el dueño de la obra como para el obrero, quien podrá realizar su labor de una manera más cómoda y sencilla.

El "LevelBlock" consiste en una serie de mejoras al diseño del bloque tradicional con la finalidad de crear una herramienta con la capacidad de acoplarse con gran facilidad a uno o más bloques. Debido a su fácil método de utilización, la eficientización y mejora de calidad en los procesos constructivos de mampostería es una consecuencia inevitable la cual se traduce en ganancia de tiempo y dinero.

## II. ANTECEDENTES

A medida que pasa el tiempo se busca la manera de eficientizar los productos y/o métodos existentes, creando o mejorando características en éstos que le permitan ser superior. Por esta razón, existen estudios que abalan esta tendencia y aportan conocimientos importantes en nuestro tema.

La Kitebrick patent es la raíz de nuestra idea pero no ha sido materializada, se trata del Smart Brick; es un ladrillo innovador y la base de un nuevo sistema de construcción, el cual todavía está pendiente por la patente en Estados Unidos. El bloque está construido de concreto de alta resistencia con características únicas que permiten la construcción de estructuras verdaderamente ecológicas, con grandes ahorros en los gastos de electricidad asociados con la temporada de calefacción y refrigeración. El bloque permite realizar edificio más rápido, más barato, más preciso y más fuerte que está disponible a través de métodos de construcción tradicionales [2].

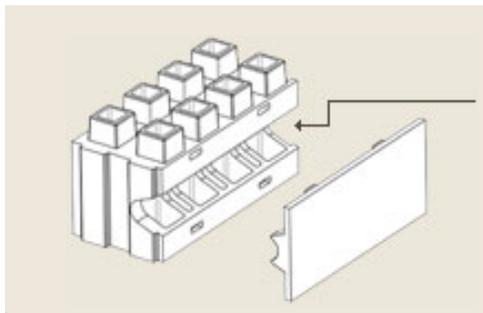


Figura 1: Espacios internos del ladrillo de Kitebrick [2]

Los ladrillos están diseñados para ser de fácil unión, con espacios internos para los elementos de aislamiento e infraestructura que se ejecuten a través de los ladrillos y permite fácil acceso a estos elementos. La utilización del Smart Brick te puede ahorrar hasta un 50% del total del dinero gastado en la construcción, al igual que su capacidad de aislamiento térmico permite el ahorro de energía eléctrica por el bajo consumo que se necesitaría

“El sistema de bloques acoplables funciona con las propiedades geométricas del mismo, reduciendo la cantidad de mortero a ser utilizado. Este sistema puede dividirse de dos formas dependiendo las limitantes que genere en el movimiento del bloque: Limitar movimiento vertical y horizontal, o limitando solamente uno solo” [3].

Se han realizado investigaciones respecto a la resistencia de bloques acoplables que usan una cantidad mínima o ninguna de mortero. En la investigación realizada en la universidad de Putra, Malasia. En las condiciones de cargas axiales aplicadas

a un muro de  $1.2 \times 1.2 \text{ m}^2$  formado por un conjunto de bloques encajados entre sí, se concluyó que la resistencia a cargas axiales fue satisfactoria [4].

En este estudio se analizó la resistencia a compresión sistema de bloques acoplables cuando no se usaba mortero. Sin embargo, no se analizó el efecto que tendría utilizar el sistema sobre el tiempo total de construcción de un muro [4].

Otro estudio, realizado en la universidad de Auckland, fue el estudio del comportamiento de los muros hechos con bloques acoplables ante un evento sísmico. Este tipo de bloque, además, debía ser hecho con fibra de coco en su mezcla para darle mayor resistencia. El estudio concluyó, además, que la resistencia a esfuerzos de corte fuera del plano era 25% mayor a la resistencia a esfuerzos de corte dentro del plano. Pero la carga necesaria para que ocurra la deformación dentro de plano es mayor que la carga necesaria para que ocurra fuera del plano [5].

En este trabajo se evaluará comparativamente la productividad del sistema de “level block” y un bloque tradicional de hormigón por lo que el “Estudio de costo y tiempo de la partida de bloques de hormigón en las construcciones de Santo Domingo, Distrito Nacional” nos da una guía.

A razón de comprobación de la productividad de los bloques acoplables con respecto a los bloques tradicionales en Santo Domingo, República Dominicana se utilizará el análisis de rendimientos calculados por Libert, Victor y Román, Jonathan en su trabajo “Comparación y Medición del Rendimiento y la Calidad del Método IB y el Método Tradicional en la Colocación de Bloques en Santo Domingo, R.D.”. El cual está enfocado en “...investigar los rendimientos, óptima colocación, desperdicio, pros y contra de los dos métodos. Para así lograr un mayor rendimiento y una mejor calidad en las construcciones de la República Dominicana” [6].

## III. CARACTERÍSTICAS DEL LEVEL BLOCK

Un bloque de hormigón o tabique de concreto es un mampuesto prefabricado, elaborado con hormigones finos o morteros de cemento, utilizado en la construcción de muros y paredes.

### A. Dimensiones y forma

El Level Block tendrá un dimensionado de  $40 \times 20 \times 20 \text{ cm}^3$  lo cual es equivalente a un bloque tradicional de 8”. Sin embargo, tendrá huecos de  $11 \times 11 \text{ cm}^2$  y protuberancias de 2.50 cm de altura y ancho y largo de  $13.8 \times 13.8 \text{ cm}^2$  y espesor de 1.5 cm. El hueco de abajo será de  $14 \times 14 \text{ cm}^2$  (incluyendo el área de la cámara).

Se visualiza claramente en la figura siguiente:

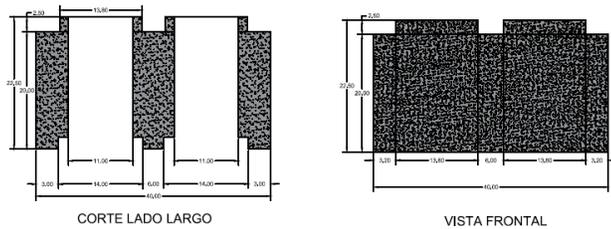


Figura 2: Dimensiones y aspecto de Bloque Acoplable

La diferencia principal de este diseño de bloque acoplable con respecto a otros diseños similares es el propósito de su uso. Además de que este diseño tipo encajable con las dimensiones arriba mencionadas permite un encaje de bloques sumamente fácil, cómodo y rápido, admite que el bloque pueda ser utilizado en cualquier situación estructural digase, muros de contención, muros de carga, pared o simplemente como panderetas. Los diseños acoplables existentes en el mercado están hechos para una función específica. Cabe destacar que es un bloque con un diseño mucho más sencillo que los existentes bloques acoplables, con solo dos protuberancias y dos huecos, siendo su proceso de producción más rápido y conveniente.

#### IV. PROCESO DE FABRICACIÓN DEL LEVEL BLOCK

Para la fabricación manual del "Level Block" se utilizó las siguientes dosificaciones para la elaboración de nuestra mezcla de materiales: 24% de cemento, 33% de arena itabo, y 43% arena triturada lavada.

Antes de iniciar con el todo el proceso, se le colocó un lubricante a todo el molde en todo el interior donde el material pudiera tener contacto con este. De igual manera este se colocaba la bandeja de madera donde permanecería el bloque luego de su fabricación.

Los materiales luego de mezclados se colocaron en el molde metálico y por cada capa se le proporcionaban 6 golpes con un pisón fabricado para tales fines. Para cada bloque llevamos a cabo 4 capas, las 3 primeras eran compactadas con el pisón, y la 4ta capa era compactada con la misma tapa del molde el cual le daba la forma a la protuberancia, cualidad especial de nuestro bloque. Los golpes de cada capa suministrados por la fuerza de un hombre.

Ya compactado el material, se liberaba el bloque mediante un pasador que mantenía los laterales del molde como una sola pieza, la cual se encargaba de mantener el bloque confinado. Además de liberado el bloque, se removían los cilindros por la parte inferior de la bandeja, dejando el bloque completamente libre reposando sobre la bandeja.

Finalmente se dejó reposar cada bloque durante 3 días al aire libre, regándole agua 3 veces al día siguiente para su correcto curado.

#### V. PROCESO CONSTRUCTIVO

##### A. Level block

1. Línea de referencia para colocación de bloques.
2. Prueba de calce de bloques sin mortero.
3. Colocación de mortero de junta sobre cimient.
4. Colocación de las primeras unidades.
5. Colocación de unidades siguientes en la línea.
6. Asentado de un bloque.
7. Medición de verticalidad.
8. Verificación de alineamiento.
9. Elevación de hiladas en las esquinas.
10. Medición de verticalidad.
11. Colocación de unidades intermedias.
12. Asentamiento en sitio de na unidad.
13. Limpieza de derrames del mortero.
14. Limpieza mediante escobillas.
15. Limpieza del mortero en la junta.



Figura 3: Fraguado y Curado del Bloque



Figura 4: Muro hecho con Level Blocks

#### VI. METODOLOGÍA

##### A. Tipo de investigación

- Experimental: se evaluarán las propiedades del producto en condiciones de laboratorio.
- Descriptiva: se hará una comparación del tiempo de colocación y nivelación entre los bloques tradicional y "Level Block" .
- Seccional: se tomarán los datos en un solo momento.

##### B. Hipótesis

“El diseño e implementación del LEVEL BLOCK facilita la nivelación de bloques, aumentando la cantidad de bloques colocados por unidad de tiempo en estructuras de mampostería en comparación con los bloques tradicionales.”

### C. Universo y muestra

La muestra será no probabilística o dirigida debido a que se utilizará 14 bloques LEVEL BLOCK y 14 bloques tradicionales para la variable de rendimiento y 9 LEVEL BLOCK para los ensayos de laboratorios, los cuales serán fabricados con los materiales tradicionales: agregados: arena y grava, cemento y agua. La fabricación de los mismos será realizada en Industrias Aguayo con miras a la industrialización del bloque. Tendrá una fuerza de compresión mínima de 50kg/cm<sup>2</sup> para bloques tipo I según el código para el diseño y construcción de edificios de mamposterías de la referencia [7]. Tendrá un dimensionado de 40x20x20 cm con huecos de 11x11 cm<sup>2</sup> y protuberancias de 2.50cm de altura y ancho y largo de 13.8x13.8 cm<sup>2</sup> y espesor de 1.5cm. El hueco de abajo será de 14x14cm (incluyendo el área de la cámara).

### D. Procedimiento General

1. Plantear diseño inicial que tendrá el bloque.
2. Discutir pros y contras del diseño elegida.
3. Ajustar el diseño inicial de manera que se obtengan más beneficios producto de la forma del bloque.
4. Evaluar si el diseño planteado es ejecutable en la realidad (si se puede fabricar o no, de manera manual).
5. Evaluar si el diseño planteado se puede fabricar de manera industrial (en caso que no se pueda, pero se pueda realizar de manera manual, continuar).
6. Diseñar un molde para fabricación manual y para fabricación industrial (en caso que aplique).
7. Fabricar molde de fabricación manual y presentar diseño de molde para fabricación industrial a la fábrica de aguayo (en caso de que aplique).
8. Fabricar suficientes bloques para realizar las pruebas de compresión, absorción, peso específico, rendimiento, etc.
9. Realizar las pruebas de las propiedades físicas de los bloques (resistencia a la compresión, absorción, peso específico, etc.).
10. Comparar si los datos obtenidos en las pruebas cumplen con los requisitos estipulados en los códigos locales del MOPC.
11. Realizar pruebas de rendimiento por el método de los tiempos para las condiciones del bloque previamente evaluada.
12. Analizar resultados de la prueba de rendimiento y generar conclusiones para ese caso.
13. Proponer método diferente de colocación de bloques y medir rendimiento (sin mortero entre las juntas verticales del bloque).

## VII. PRUEBAS REALIZADAS

### A. Prueba de resistencia

Se realizaron pruebas de resistencia en tres fechas: a los 7 días de la fabricación, a los 14 y a los 28, alcanzando estos una resistencia gruesa promedio de hasta 66.28 kg/cm<sup>2</sup>. Para la realización de estas pruebas las protuberancias de los Level Block fueron removidas con lijas para concreto, logrando de esta manera el ensayo en las maquinas tradicionales de compresión de bloques de hormigón.

TABLA 1

TABLA DE RESUMEN PRUEBA DE RESISTENCIA

Edad (días)	Resistencia prom. (kg/cm <sup>2</sup> )		Aumento de Resist. Prom* (%)	Aumento de Resist. Prom** (%)
	Gruesa	Neta		
7	43.92	105.00	0.00	0.00
14	50.00	125.61	13.83	13.83
28	66.28	166.49	50.91	32.57

Nota: \* Aumento con respecto a la de 7 días\*\*Aumento con respecto a la prueba anterior.



Gráfico 1: Relación de resistencia entre bloques de hormigón tradicional y Level Block

A los 7 días de finalizados los bloques, se realizaron las primeras pruebas de compresión, en este período tan prematuro la resistencia promedio del área gruesa no cumple con la resistencia mínima pero se acerca al valor mínimo requerido por el reglamento R-027 mencionado anteriormente. A los 14 días se realizó la segunda prueba de compresión en la cual se aprecia un aumento significativo de la resistencia promedio del área gruesa de aproximadamente 13.83% comparado con la prueba a 7 días. La resistencia del área gruesa promedio cumple con la resistencia mínima. En la última prueba de compresión realizada a los 28 días con relación a la terminación de los bloques se pudo apreciar un aumento significativo de la resistencia del área gruesa. El promedio aumentó aproximadamente un 50.91% con respecto a la primera prueba y aumentó un 32.57% con respecto a la prueba de 14 días. Los bloques cumplieron exitosamente la resistencia requerida.

### B. Resistencia Cortante de las protuberancias

Como el muro trabaja a compresión, la fuerza cortante será igual a:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d \quad (1)$$

Datos:

$$b \times d = 73.8 \text{ cm}^2$$

$$F'c = 66.28 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{66.28} * 73.8$$

$$V_c = 318.44 \text{ kg}$$

Debido a que el mortero y la resistencia del Level Block cumplen con las normas, la resistencia a cortante calculada será el aporte que brindará cada protuberancia al sistema en cada uno de sus lados.

Con el objetivo de analizar el aporte de las protuberancias a la resistencia a cortante del sistema de muro, se tomaron las siguientes medidas y asunciones [8]:

- El análisis de resistencia a cortante del muro se realizó a muros estructurales para edificios no mayores de dos pisos y muros de contención. Por lo tanto, los estudios fueron dirigidos al cortante en el plano del muro debido a que es donde el muro resiste los cortantes de sismo y viento en una edificación. El plano del muro se refiere al eje del muro el cuál presenta una mayor inercia, en el caso del Level Block, la carga se analizaría en el eje paralelo a la mayor longitud del bloque (40 cm).
- A razón de comparar la resistencia a cortante que aporta las protuberancias con respecto a la resistencia a cortante de un sistema tradicional se realizó una gráfica relacionando la resistencia a cortante vs. el área de la protuberancia con respecto al área gruesa del bloque. De modo que cuando el área de la protuberancia tienda a cero, la resistencia a cortante será igual a la de un sistema de bloques tradicional y cuando las protuberancias ocupen el 100% del área gruesa del bloque, la resistencia a cortante del bloque se asume igual a la de un muro de hormigón macizo con las respectivas bóvedas de los bloques. Para este último caso, la resistencia a cortante de la protuberancia será igual a la misma que la del bloque.
- La gráfica unió los dos resultados con una línea parabólica de segundo grado, debido a que la fórmula de cortante utilizada es una función de la raíz cuadrada de la resistencia a compresión.
- Tomando en cuenta lo dicho anteriormente, el Level Block tendrá aproximadamente un 26% de ocupación del área gruesa del bloque.

- De la tabla 2.3, Resistencia a Compresión de La Mampostería, de la referencia [9] fueron extraídas las resistencias del sistema de mampostería estructural según el  $f'c$  y las medidas del Level Block.

- Para el cálculo de la resistencia a cortante se aplicaron las siguientes fórmulas tomadas de “Muro de Cortantes sin refuerzo” del ACI de 1991 [8].

$$F_v = 0.3 \times (f'm)^{(1/2)} < 80 \text{ psi o } 5.63 \text{ kg/cm}^2$$

\* $F_v$  no debe exceder de la menor magnitud de las siguientes fórmulas tomadas de “Muro Mampostería sin refuerzo” de la referencia [10].

- a)  $1.5 (f'm)^{1/2}$
- b)  $120 \text{ psi o } 8.44 \text{ kg/cm}^2$
- c)  $v + 0.45 * Nv/An$ ; En el cual:
  - $v = 37 \text{ psi o } 2.6 \text{ kg/cm}^2$  para colocación de mampostería en hileras, pero sin uso de mortero sólido.
  - $v = 37 \text{ psi o } 2.6 \text{ kg/cm}^2$ ; para apilamiento con uso de mortero sólido.
  - $v = 60 \text{ psi o } 4.22 \text{ kg/cm}^2$ ; para apilamiento en hileras con uso de mortero sólido.
- d)  $15 \text{ psi o } 1.05 \text{ kg/cm}^2$ ; para mampostería distinta a apilamiento en hileras.

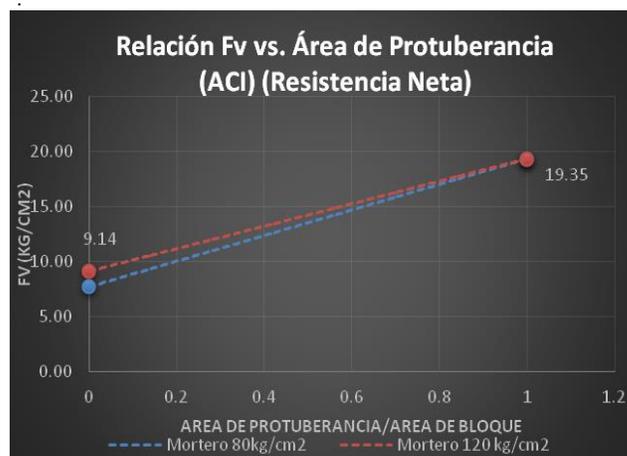


Gráfico 2: Relación Fv vs. Área de Protuberancia, ACI

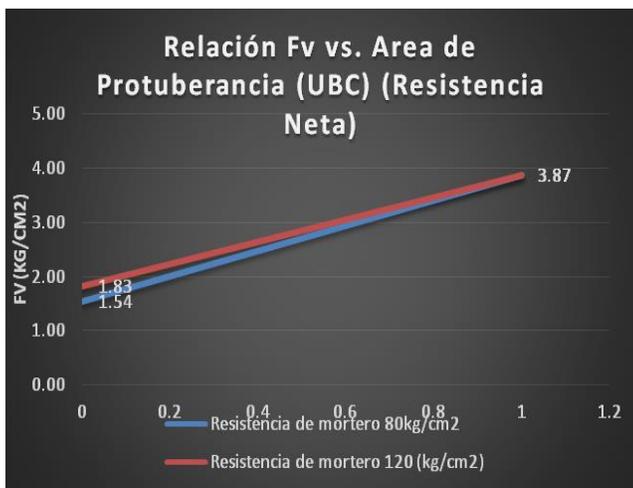


Gráfico 3: Relación Fv vs. Área de Protuberancia UBC

Las gráficas presentadas relacionan la resistencia a cortante del sistema con la proporción de área de la protuberancia con respecto al área neta del bloque. Dependiendo de la fórmula utilizada, ya sea la del UBC (Uniform Building Code.) o el ACI, (American Concrete Institute) y la resistencia utilizada del mortero la resistencia a cortante del sistema variará. Los resultados dieron un incremento considerable en su resistencia a medida que el área de protuberancia incrementa y el área de mortero disminuye. En todos los casos la resistencia a cortante del sistema de la protuberancia del 100% del área bruta representa el doble de la resistencia a cortante del sistema tradicional

C. Prueba de rendimiento

Los resultados de los estudios de tiempo fueron los siguientes:

TABLA 2

ESTUDIO DE TIEMPO PARA COLOCACION DE 14 BLOQUES TRADICIONALES

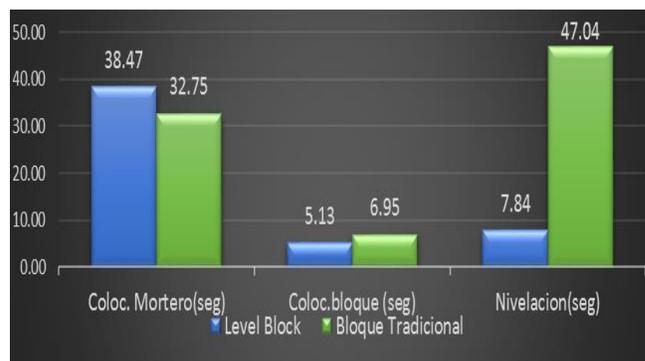
Bloque Tradicional				
Bloque	Coloc. Mortero (seg)	Coloc.bloque (seg)	Nivelación (seg)	Tiempo Total (seg)
1 -> 5		403		403
6	52.42	6.03	60.08	118.53
7	40.99	6.5	46.01	93.5
8	26.31	9.58	60.02	95.91
9	51.51	5.06	44.55	101.12
10	28.82	7.42	52.08	88.32
11	22.63	8.55	40.54	71.72
12	23.79	7.41	37.5	68.7
13	22.3	6.58	39.84	68.72
14	25.98	5.41	42.7	74.09
Promedio	32.75	6.95	47.04	<b>86.73</b>

TABLA 3

ESTUDIO DE TIEMPO PARA COLOCACIÓN DE 14 LEVEL BLOCKS

Level Block				
Bloque	Coloc. Mortero(seg)	Coloc.bloque (seg)	Nivelación(seg)	Tiempo Total(seg)
1 -> 5		412.02		412.02
6	46.51	6.04	2.96	55.51
7	29.66	7	9.82	46.48
8	26.29	7.79	6.57	40.65
9	26.67	4.65	13.05	44.37
10	49.43	3.67	2.53	55.63
11	46.11	7.68	15.25	69.04
12	30.31	3.88	4.6	38.79
13	52.4	3.46	11.16	67.02
14	38.88	2.02	4.65	45.55
Promedio	38.47	5.13	7.84	<b>51.45</b>

A partir del estudio de tiempo, se comparó la duración de colocación de un bloque tradicional con el de un bloque acoplable, tomando en cuenta la colocación de mortero, la colocación del bloque y la nivelación. En definitiva, la colocación de una pared de mampostería realizada con los “Level Block” agiliza de manera notable el proceso.



Gráfica 4: Tiempos Prueba de rendimiento entre bloques tradicionales y Level Block

En general, el tiempo de colocación total de una pared de bloques acoplables, en comparación con una pared de bloques tradicionales, se reduce en un 41%. Es decir tomando en cuenta que se ha trabajado en las mismas condiciones de ambiente, capacidad de los obreros, tamaño de la brigada y demás particularidades, el montaje de una pared con “Level Blocks” representa tan sólo un 59% del tiempo tomado para realizar una pared con bloques tradicionales.



Gráfica 5: Comparación colocación de la pared tradicional con rendimientos anteriores

Los resultados obtenidos de la prueba de la colocación de bloques de hormigón tradicional bajo las mismas condiciones mencionadas que la colocación del Level blocks, se utilizaron para compararlo con rendimientos encontrados anteriormente. El promedio de unidad de bloques colocados por día fue de 187 bloques, siendo el valor de la referencia [11] el más conservador y el valor obtenido en durante la prueba el mayor. Vale destacar que no todos los rendimientos anteriores se hicieron bajo las mismas condiciones. Los resultados del método IB (Método para colocación de bloques creado por el ing. Ramón Ramos de inserción de barras para aumentar la eficiencia) fueron los que más se acercaron al valor de la prueba y la que tuvo las condiciones de prueba más parecidas [11][12][13][14].

#### D. Prueba de absorción

La prueba de absorción realizada del Level Block fue basada en la norma COGUANOR de la referencia [15], la cual tabula y analiza los resultados con respecto al promedio de tres bloques (mínimo) por lo tanto para realizar las pruebas se escogieron tres de estos de forma aleatoria:

- El primer bloque tuvo un peso seco de 49 libras y un peso húmedo de 53 libras, resultando en una absorción de 1.81 litros de agua. El porcentaje de absorción del bloque fue de un 8.16%, el cual se determinó como valor máximo de absorción de bloque individual entre los tres especímenes.
- El segundo espécimen tuvo un peso seco de 55.6 libras y un peso húmedo de 57 libras, dando como resultado una absorción de 0.64 litros de agua. El porcentaje de absorción del bloque fue de 2.52%.

- El tercer bloque tuvo un peso seco de 49.8 libras y un peso húmedo de 51.8 libras, dando como resultado una absorción de 0.91 litros de agua. El porcentaje de absorción del bloque fue de 4.02%.

TABLA 4

PESOS Y PORCENTAJES DE ABSORCIÓN PROMEDIO

<b>Peso Seco Promedio (lbs)</b>	51.47
<b>Peso Húmedo Promedio (lbs)</b>	53.93
<b>Absorción Promedio</b>	4.9%

## VIII. CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos de la comparación del tiempo de construcción de muros de bloques de hormigón tradicional vs “LEVEL BLOCK” o bloques acoplables, mediante el método del “Estudio de tiempos” y considerando que ambos muros fueron realizados bajo las mismas condiciones (dos obreros, bloques y morteros a la misma distancia del obrero en ambos muros, bloques colocados de manera piramidal), muestran que la colocación con “LEVEL BLOCK” permite realizar el trabajo en menor tiempo, esto es notable principalmente durante la nivelación, ya que las protuberancias de este bloque innovador proporciona el adecuado acoplamiento entre los bloques provocando que se auto nivelen.

Se ha demostrado también un ahorro considerable en la cantidad de mortero utilizado para las juntas entre bloques, debido a que las protuberancias sirven como guías para los obreros en el momento de aplicación de la mezcla, en lugar de utilizarse el espesor común de mortero de una pulgada (2.54 cm), se utilizó 1 cm del mismo, que corresponde a aproximadamente mitad de la altura de las protuberancias.

Tomando en cuenta estas consideraciones se concluye que la hipótesis propuesta fue comprobada, pues se ha logrado un ahorro notable del tiempo de colocación de los bloques y por tanto un aumento del rendimiento. Se comprobó además que el diseño innovador utilizado para los bloques funciona de manera correcta, pues los bloques encajan entre sí sin la necesidad de un esfuerzo adicional.

Se observó durante la colocación de ambos bloques que pese a la ligera diferencia de peso entre los bloques de hormigón tradicional y el LEVEL BLOCK, los obreros no lo consideraron una desventaja ya que es fácil de transportar y colocar.

## IX. RECOMENDACIONES

1. Proyección industrializada del Level Block: con el logro de la producción de manera industrial del bloque acoplable se logrará reducir su peso, debido a que se podrá disminuir la proporción de cemento del diseño de mezcla que a su vez se logrará una adecuada vibración. Además con la industrialización del bloque se alcanzará el perfeccionamiento de las protuberancias, lo que facilitará aún más el uso durante el proceso constructivo ya que se facilitará el encaje entre bloques.

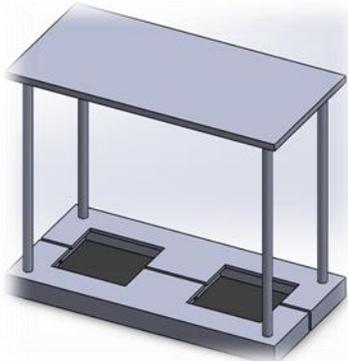


Figura 5: Pisón metálico

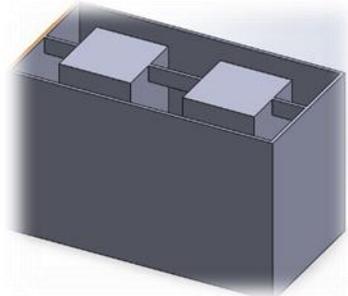


Figura 6: Molde metálico

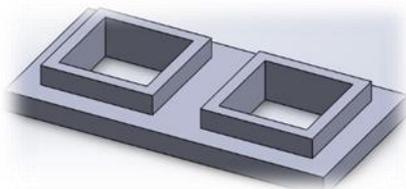


Figura 7: Bandeja

2. Agregar de 1cm a 2cm de altura a las protuberancias, de esta manera se logra que el mortero continúe con su función de adherencia mientras aumenta la resistencia al cortante del mismo.
3. Aumentar los huecos inferiores para mejorar el acoplamiento entre los LEVEL BLOCK.

## REFERENCIAS

- [1]Hernán, R. (2011). *El Sector de la Construcción en Perspectiva*. Buenos Aires: Aulas y Andamios.
- [2]Kite Bricks Ltd. (2014). *Kitebricks*. Retrieved 09 2014, from <http://kitebricks.com>
- [3]Anand, K. B., & Ramamurthy, K. K. (2000). Development and Performance Evaluation of Interlocking-Block Masonry. *Journal Of Architectural Engineering*, 45.
- [4]Jaafar , M. S., Thanoon, W. A., Najm, A. S., Abdulkadir, M. R., & Ali, A. A. (2006). Strength correlation between individual block, prism and basic wall panel for load bearing interlocking mortarless hollow block masonry. *Construction & Building Materials*.
- [5]Ali, M. M., Gultom, R. J., & Chouw, N. N. (2012). Capacity of innovative interlocking blocks under monotonic loading. *Construction And Building Materials*.
- [6]Libert. (2014). *Comparacion y Medicion del Metodo IB con los metodos tradicionales de rendimiento*. Santo Domingo: INTEC.
- [7]Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC). (2007). *Reglamento Para Diseño y Construcción de Edificios en Mampostería Estructural R-027*. Santo Domingo, República Dominicana.
- [8]Abrams, D. P. (1993). *Masonry Structures*. Urbana-Champaign: The Masonry Society.
- [9]MOPC. (Octubre, 2004). *Reglamento para diseño y construccion de edificios en Mampostería Estructural*. Santo Domingo, RD.
- [10]American Society for Testing and Materials. (1996). *Standard Specification for Lighthouse Aggregates for Concrete Mansory Units*
- [11]Simo, J. A. (2013). *GUIA DE ANALISIS DE COSTOS EDIFICACIONES EN SANTO DOMINGO, REP. DOM*. Santo Domingo: 12va.
- [12]Fariv. (2007). *Analisis y optimizacion del rendimiento y la productividad en la mano de obra para proyecto de edificaciones en la ciudad de Santo Domingo*. Santo Domingo: INTEC
- [13]Villalona, I. A. (2012). *Rendimientos Promedio*. (CODIA, Interviewer)
- [14]Beato, F. P. (2013). *Aplicacion de los metodos MPDM y VSM con miras a la mejora de la productividad del proceso de colocacion de bloques de concreto*. Santo Domingo: INTEC.
- [15]Normas, C. G. (2011). *Bloques huecos de concreto para muros. Especificaciones*. Guatemala: Norma