ARCHIVO 51

DE LA

ESCUELA DE INGENIEROS

CORRESPONDIENTE AL No. 41

CONTIENE:

Cursos seguidos en la Escuela por el alumno Luis G. Marquina para recibir el diploma de Ingeniero de Minas.

AÑO DE 1892.

Señor Director de la E. E. de Ingenieros de C. C. y de Minas.

S. D.

Luis G. Marquina natural de Lima y vecino de esta Capital de 16 años de edad, segun indica la partida de la Dataria Civil que acompaña, ante U.S. con el debido respeto digo: que habiendome preparado conforme al Reglamento, y deseoso de ingresar en calidad de alumno a la Seccion Preparatoria de la Escuela que U.S. tan dignamente dirije, a U.S. pido se sirva designar la fecha en que deba tener lugar el examen de ingreso.

Por tanto:

A U. S. suplico tenga á bien resolver como pido por ser justicia &.

Lima Marzo 17 de 1888.

Luis G. Marquina

Vº Bº

[illegible]

Lima, Abril 3 de 1888

Informe la Comision examinadora

[illegible]

1837 1888
SELLO 4º S.0-50

Señor Director de la E. E. de Ingenieros de C. C. y de Minas.

S. D.

PARA EL DEPARTAMENTO ... PAPEL SELLADO

Luis G. Marquina natural de Lima y vecino de esta Capital de 16 años de edad, segun indica la partida de la Dataria Civil que acompaña, ante U.S. con el debido respeto digo: que habiendome preparado conforme al Reglamento, y deseoso de ingresar en calidad de alumno a la Seccion Preparatoria de la Escuela que U.S. tan dignamente dirije, a U.S. pido se sirva designar la fecha en que deba tener lugar el examen de ingreso.

Por tanto:

A U.S. suplico tenga á bien resolver como pido por ser justicia &.

Lima Marzo 17 de 1888.

Luis G. Marquina

Vº Bº

B. Bueno

Lima, Abril 3 de 1888

Informe la Comision examinadora

[illegible]

Lima

Abril 7 de 1888

En vista del resultado del examen rendido por el recurrente, los que suscriben opinan que puede admitirsele en calidad de alumno de la Seccion completa

A. Guevara José Granda Emt. Perez

Lima, Abril 10 de 1.888.

En atencion á lo expuesto en el informe que precede de la Comision examinadora, matricúlese al recurrente en la Seccion Preparatoria Completa, prévio el pago de los derechos respectivos y fho. archívese

B. Habich

. M. WATSON,
ADMINISTRADOR.

COMPAÑIA DE MINAS DE LOS ANDES.

Mina Rayo, Junio 20 de 1893

Sr. Secretario de la E. E. de Ingenieros de C. C y de Minas. – Lima.

S. S.

Incluso encontrará Ud. el Proyecto de Metalurgia señalado á los alumnos salientes el último año escolar de 1892. Me es muy sensible presentar a la Escuela un trabajo bastante incompleto; pues el poco tiempo de que dispongo en esta mina, así como la falta de suficientes obras de consultas, no me han permitido verificarlo de la manera que deseara.

Dios gue a Ud.
S. S.
Luis Gmo. Marquina.

Proyecto de Metalurgia.

Lejos de la costa, á una distancia como de cuarenta leguas y en un lugar bastante elevado se encuentra un filon mineral argentifero pobre pero bastante abundante.

Su composicion es:

Galena --	10
Pyrita de fierro	40
Blenda	5
Cuarzo ...	45
	100

Plata 2000 gramos por tonelada metrica - Cobre 1%

En la localidad no se consigue mas combustible que leña y antracita con fuerte proporcion de cenizas.

Se dispone de gran fuerza hidraulica. El agua llega por una acequia q. se supone hecha.

Se consiguen operarios á los precios corrientes en la sierra.

Existen materiales de construccion salvo tierra y ladrillos refractarios.

La distancia á la costa y la baja ley del mineral exijen q. se beneficie en el sitio mismo por el procedimiento mas á proposito á su naturaleza y á las condiciones locales.

Introducción.

En el estado actual de la Metalurgia puede recurrirse para el beneficio de un mineral á alguno de los métodos por fusión, amalgamación ó lixiviación con preparación mecánica previa ó directamente. - Los procedimientos eléctricos casi no están sino en el terreno de experiencias y aplicandose mas á los productos metalurgicos que á los minerales. - Examinaré sucesivamente cada uno de ellos en vista de su posible aplicación económica al mineral propuesto.

Amalgamación. Es de suponerse q. la casi totalidad de la plata en nuestro mineral esté repartida entre la galena y blenda. - La plata en una galena puede hallarse ó bien como sulfuro de plata intercalado entre los cristales q. la constituyen, ó bien combinada á ella; en el primer caso es amalgamable directamente (free-milling), pero no en el segundo. - En cuanto á las blendas son practicamente, hasta hoy, inamalgables. - Esta razón y la duda del estado de la plata en nuestra galena hacen deshechar este procedimiento

Concentración. - No puede asegurarse nada sobre el exito de la concentración de un mineral solamente en vista de su composición, hay q. recurrir siempre á experiencias directas. - En efecto, no se puede asegurar *á priori* en cual de sus elementos predomine la plata ó si está proporcionalmente repartida á cada uno de ellos; en caso de q. uno de sus componentes fuera el mas rico, convendria concentrar el mineral y si la galena estuviera en este caso se podria beneficiar en el lugar mismo. - En el segundo caso no seria conveniente la preparación mecánica, pues solo conseguiriamos tener separados la galena, blenda &, cada una con su correspondiente cantidad de plata y por consiguiente un resultado negativo.

Aun suponiendo el primer caso, no conocemos el estado físico del mineral, es decir, si sus diferentes especies están separadas en masas ó intimamente mezcladas, lo q. decidiría á la concentración en grueso (coarse-concentration) ó a la concentración en fino (fine-concentration).

Por esto no podemos concentrar el mineral.

Fundición. El mineral es bastante pobre para fundirlo directamente, sería económico concentrarlo antes, pues de otra manera tendríamos como productos plomo de obra en pequeña cantidad y de baja ley, mata en las mismas condiciones y escorias en respetable cantidad q. por pobres q. fueran arrastrarían alguna cantidad de plata - Como no disponemos de coke sino de mala antracita, no podríamos emplear el water-jacket y tendríamos q. usar el reverbero y soportar los fuertes gastos en mano de obra y constantes reparaciones.

Si pudiéramos concentrar el mineral y tuviéramos coke. el mejor proceso para tratarlo sería en resumen: concentración, tostado y aglomeración en un Brückner y fusión en water-jacket - Productos: plomo de obra, mata (q. vuelta a fundir se exportaría) y pequeña cantidad de escorias.

Como expusimos anteriormente no sabemos si es posible su concentración. en consecuencia no lo fundiremos.

Lixiviación. Uno de los problemas mas difíciles en Metalurgia ha sido el tratamiento de un mineral q. no pudiera concentrarse y pobre en plomo como para fundirse: la lixiviación ha venido ha solucionarlo ya por el procedimiento Von Patera ó el mejorado de Russell.

En cuanto el mineral propuesto tiene una composición q. se presta á aplicarle este procedimiento: trataré de demostrarlo

Tostando el mineral con sal lo transformaríamos así:

El plomo la mayor parte como $PbCl$, otra como $PbO.SO^3$,

alguna cantidad volatilizada.
Zinc. En las mismas condiciones.
Fierro y Cobre. La mayoría como cloruros, el resto como sulfato y óxidos.
Sílice. Inalterada.

Examinaré como se comportarían estos elementos en la lixiviación:
Sílice. Es exactamente la ganga adecuada para la lixiviación, pues deja filtrar fácilmente los diversos solventes.
Fierro y Cobre. Los cloruros y sulfatos de estos metales se disolverán enteramente en las aguas de lavado. El óxido de fierro pasaría en parte en el hiposulfito lo mismo q. el cobre.
Zinc. Parte se disolvería en el agua y otra en hiposulfito.
Plomo. Poco se disolverá con el agua, á no ser caliente, lo demás pasaría con el hiposulfito.
Plata. La mayoría después del tostado clorurante debe encontrarse como cloruro, habiéndose volatilizado en esta operación un 10%. Con el agua disolveremos la q. se encuentra como sulfato y además un poco del cloruro, siendo esta sal soluble en las soluciones de cloruros. El resto pasaría en el hiposulfito (85% de la ley), descontando lo q. quede en los relaves.

En resumen:
Con el lavado al agua disolveríamos la mayoría del Fe y Cu y parte de Ag, Pb y Zn.
Con el hiposulfito: 85% de Ag, la mayoría del Pb y Zn y poco Fe y Cu.
Y precipitaríamos junto todos estos elementos.

Todo esto considerando q. hemos aplicado el procedimiento Von Patera. Si hubiéramos empleado el de Russell, tendríamos separado el plomo y probablemente un rendimiento en algunas unidades mas al supuesto; pero el gasto en carbonato de soda y sulfato de cobre, necesarios a este proceso, en adición a los empleados en el primero, nos hacen desecharlo.

Ademas de las razones tecnicas q. he expuesto citaré q. en el Bertrand Mill, Nevada, E.E. U.U, se trató con muy buen éxito un mineral de composicion muy semejante al nuestro - Se emplea solo el proceso Von Patera

—

No describiré las manipulaciones por ser tan conocido este método, citaré los principales aparatos necesarios para el tratamiento de 6 toneladas del mineral por dia.

—

Molienda.

Los carros q. vengan con el mineral por la parte superior de la oficina voltearán sobre un

Grizzly de 10' x 4' con separacion de barrotes de ½"
Aquí se clasifica el mineral en dos partes una q. baja al primer chancador y la q. pasa por entre los barrotes al segundo
Chancador Blake (Fraser & Chalmers - No A) de 10" x 4" en la boca.
La descarga se efectuará en un cedazo giratorio con aberturas iguales al tamaño del producto del 2o chancador, dividiendo la corriente de mineral en 2 partes, la mayor q. caerá en el chancador y la otra q. irá a los rollers
Chancador Dodge (Fraser & Chalmers - No 1) de 6" x 4" - El mineral se dividirá igualmente por un cedazo giratorio, mandandolo á los rollers ó á la descarga de los mismos.
Rollers (Fraser & Chalmers - Cornish-rolls) - Estará provisto de un alimentador automático y dejará el mineral ya pulverizado

—

Naturalmente todos estos aparatos estan en gradería, para hacer automatica la caida del mineral, lo q. permiten las condiciones del proyecto

La molienda funcionará solo de dia, pues todos estos aparatos tienen mucho mayor capacidad de molienda q. 6 toneladas en las 24 horas.

Tostado.

Se conducirá en un horno giratorio Brückner de la casa Fraser & Chalmers (Chicago. Ill.) de 6' diametro por 12' de largo, con una chimenea de 40' de alto por 9 pies cuadrados de seccion media - Estará dotado de un hogar de 5'x 3' de superficie de parilla y su respectiva caja de polvos en conexión con la chimenea.

Como el tostado, en su primera faz de desulfuracion, debe hacerse á baja temperatura para evitar aglomeracion del plomo, empleará 8 horas - En cuanto a la segunda parte ó cloruracion tomará 2 horas - La carga y descarga del cilindro como la parada para la adicion de sal necesitará otras dos horas - Cada 12 horas tendremos pues una descarga, dadas las dimensiones del horno será de 3 toneladas de mineral.

Como combustible emplearemos la taquia y antracita mezcladas.

Lixiviación.

Despues de enfriarse el mineral clorurado se cargará en las tinas - Estas serán circulares, de madera 8' de diametro por 5' de alto, su capacidad es de 2 toneladas, aproximadamente, de mineral.

Estarán dotadas de sus respectivas cañerias y canales para el agua y el hiposulfito y para la descarga de ambos.

El agua de lavado se conducirá á depositos especiales q. pueden colocarse fuera del edificio para precipitar por el fierro la plata en solución

El hiposulfito de soda q. ha disuelto la plata pasará á otras cubas de madera donde se precipitará por el sulfuro de sodio, al mismo tiempo q. el Cu, Zn y Pb q. la acompañan Estas tinas serán en número de 6 y de 4' de diametro por 3 de alto.

Los sulfuros pasarán á filtros (12) de 2'x1', formados de un marco de madera y tegido de lona; de aquí á una prensa de mano y despues al refogado.

El refogado de los sulfuros se hará en un pequeño reverbero.

Para la circulación de las soluciones se empleará una bomba de fierro con camisa de plomo.

Gasto diario de la oficina.

(Operarios)

Molienda:	5 peones á S/0.70 c/u	S/ 3.50
Tostado:	2 horneros (1 dia y 1 noche) S/1.00 c/u	S/2.00
	4 fogoneros á S/ 0.70 c/u	2.80
		S/4.80
Lixiviación:		
	4 peones á S/0.70 c/u	S/ 2.80
	2 ayudantes a 0.60 c/u	1.20
		S/ 4.00
Trasportadores de mineral y sulfuros.		
	6 peones a 0.70 c/u	S/ 4.20
1 guardian de dia		S/2.00
1 " " noche		3.00
1 herrero		3.00
1 ayudante de herrero		1.00
1 carpintero		3.00
		S/12.00
	Total:	S/ 28.50

(Combustible)

Yaquia	30 qq a S/0.12	S/3.60
Antracita	10 " a 0.50	6.00
	Total:	S/ 8.60

(Reactivos)

Sal	8.60 qq	a S/2	S/. 17.20
Hiposulfito de soda	12 lbs	a S/0.20	2.40
Azufre	15 lbs	á S/0.15	2.25
Soda	24 "	a 0.20	4.80
		Totál	S/. 26.65

(Gastos Generales y casa)

1 Superintendente	S/. 10.00
1 Tenedor de libros	5.00
1 Ensayador	4.00
Casa	10.00
Totál:	29.00

Totál general S/. 92.75

Compra de Mineral. Teniendo en cuenta la tarifa del Establecimiento Mineral de Casapalca, el costo de una tonelada de mineral de 2000 gr plata de ley (24 marcos por cajón) sería de S/. 22.00, las 6 toneladas importarían en consecuencia S/. 132.00

Gasto diario totál:

Peones, reactivos &.	S/. 92.75
Compra de mineral	132.00
Herramientas é imprevistos	25.25
	S/. 250.00

Rendimiento de la oficina

Suponiendo 85 % de rendimiento en la ley del mineral tendremos un producto diario de 10 Kg 200 o 44 marcos de sulfuro de plata q. deduciendo los gastos de trasporte puede supóngasele un valor de S/. 8.50 por marco ó sean S/. 374.00 por día.

Producto diario	S/. 374.00
Gasto "	250.00
Utilidad	S/. 124.00

Ganancia total por año (sin deducir intereses &) S/. 44640.00

Motor y costo de la oficina

Supongo una caída de 120' con un gasto de 240' cúbicos por segundo; una rueda Pelton de 3' de diámetro con cañería de 5" diámetro, rinde 40 caballos, q. se distribuirán así:

Chancadora Blake	4 HP
Cedazos	2 "
Chancadora Dodge	3 "
Rollers	5 "
Brückner	6 "
Dinamo (100 lamps 16 c.p. %)	15 "
Bomba	1 "
Rozamiento	4 "
	40

Precio de la maquinaria en un puerto peruano.

Grizzly	S/. 80.00
Chancadora Blake	500.00
" Dodge	400.00
Rollers	4000.00
Brückner	6000.00
Motor completo	500.00
Luz eléctrica	1000.00
Tinas y accesorios	2000.00
a la vuelta	S/. 14480.00

De la vuelta	S/.	14480.00
Bomba y tubo		150.00
Horno de refogo (tirantes &)		150.00
Laboratorio (útiles &)		800.00
Talleres (")		500.00
Total	S/.	16080.00

Trasporte é instalación	S/.	3216.00
Edificios		6000.00
Imprevistos		1704.00
Costo total de la oficina	S/.	27000.00

La falta de tiempo me impide calcular la amortización de este capital, así como el necesario para la marcha de la oficina.

Mina "Rayo" Casapalca, junio 1893.

Luis Gino Marquina.

1891

Excursión á la Provincia de Parinacochas.

Memoria presentada

por

Luis G. Marquina,

alumno del 1.er año de Minas

Lima, Junio 3 de 1891.

Nota 11.

Excursión á la Provincia de Parinacochas.

Sr. Director de la Escuela Especial de Ingenieros de C.C y de Minas.

S. D.

Cumpliendo el Reglamento de la Escuela paso a dar cuenta de nuestra excursión a la Provincia de Parinochas, á la que fuí nombrado, y bajo la dirección del Sr. Dr Federico Olaechea.

Aun cuando no pertenezco á la Sección de Ingenieros de Construcciones Civiles he levantado el plano del muelle de Chala y acompaño un dibujo de él.

Dios gue a U.S.
S. D

Luis Guo. Inarquina.

El 11 de Febrero del presente año nos embarcamos en el Callao y llegamos á Chala el 13 del mismo mes.
Desembarqué en Risco y observé la declinación de la aguja magnetica en un meridiano trazado por mi Sr. padre, encontrandola de 10° oeste

Puerto de Chala.

Es uno de los puertos mayores de la Republica, pertenece á la Provincia de Camaná.

Dista 550 km. del Callao, está situado al SE del morro de Chala y á los 15° 49' 30" latitud S y 74° 21' 30" longitud O del meridiano de Greenwich.

Esta resguardado algo de la corriente y viento por algunas rocas que quedan al S; casi siempre hay marejada del SO.

El puerto es de algun movimiento comercial, por el se introducen mercaderias para el consumo de los Departamentos de Ayacucho, Apurimac, Cuzco y parte de Arequipa. Se exportan minerales de oro y plata, ganado, lana, vinos y otros articulos.

La poblacion consta de 600 habitantes proximamente.

El clima es cálido, la temperatura media que observamos es de 26° centigrados (Febrero 13 al 20).

Las casas son casi todas de madera y con techos inclina dos, generalmente de madera, habiendo algunos de calamina.

Al S de la población hay un cimento que tiene la propiedad de endurecer en agua de mar; hemos traído una cantidad de él para su análisis.

En la población no hay agua; se trae del lugar llamado Chococpara, 6 Km al N, el agua es de muy mal gusto para los que tienen costumbre de beberla. Según el análisis del Sr. Raymondi dominan las sales de manganesio y soda en fuerte proporción. A 6 Km al SE existen los manantiales de Capa que dan mejor agua.

Muelle de Chala.

Este muelle, propiedad del Estado, es del sistema Mitchel, fue construido en los talleres de los S.S. G. Eiffel et Cie.

Arranca de un terraplén de 100 m de longitud, que termina en la ramada de la Aduana; el terraplén es primero de tierra sigue de tierra revestido de piedras y termina en un macizo de mampostería en el que están empotradas las vigas de fierro del muelle.

La parte metálica del muelle está formada por tres vigas longitudinales doble T de 1 m de alto, alma enrejada y 49 m de largo, divida en 7 tramos; en la misma dirección 4 vigas doble T, alma llena y 20 cm de alto, sobre estas vigas van los rieles. Estas vigas van unidas trasversalmente por 7 vigas doble T de 80 cm de alto.

alma enrejada de 8^m de largo, divididas en dos tramos.

El conjunto está apoyado sobre 21 columnas llenas, de fierro; nueve de éstas terminan en tornillos Mitchel y las demás empotradas en el fondo de rocas.

Las columnas van ligadas entre sí por 16 tirantes simple T; y con las vigas longitudinales por otros 16 en L.

El enmaderado está formado por 21 vigas trasversales y sobre ellas la tablazón que forma el piso del muelle.

Practiqué sondages en ambos lados y al pié de cada columna, escojí para esta observación la hora de marea media; encontré la mayor profundidad en el cabezo y al lado N, siendo ésta de $3^m,10$ (En el plano adjunto he señalado en puntos el fondo del lado S).

El fondo es de rocas y arena, no determiné el espesor de la capa de arena por no tener elementos para efectuar ese trabajo.

En todo lo largo del terraplen y el muelle corren dos vias ferreas de $1^m,48$ de entre riel; hay tres carros pequeños.

En el cabezo montado sobre un carro hay un pescante á mano, tiene poder de 3 ton. métricas.

Para embarque y desembarque de pasageros hay una escala levadiza de madera.

Estado del muelle.

El embarque de ganado lo hace trabajar desigualmente y desgasta el piso.

Terraplén.— En el lado N una braveza de mar destruyó el revestimiento de mampostería, ocasionando un derrumbe y trayendo consigo la inutilización de una de las lineas.

<u>Columnas.</u> En el cabezo y hácia el S han sido desviadas por la corriente, esto ha ocasionado una desnivelación en la plataforma.

<u>Tirantes.</u> Han desaparecido 8 y dos hay rotos.

<u>Escala.</u> Está colocada muy á tierra y trasversalmente á la corriente; ésta la maltrata, la hace vibrar y con ella la plataforma.

Toda la parte metálica del muelle está sin pintura y muy oxidada.

Las condiciones de estabilidad de la plataforma son malas; porque trabaja desigualmente, está sugeta á fuertes vibraciones y se encuentra desnivelada.

Deben hacerse las siguientes reparaciones:

Reforzar las columnas del lado S, empleandose rieles ~~ú~~ otras columnas.

Colocar los tirantes que faltan y componer los rotos.

Cambiar el empotramiento del muelle en la mampostería, haciendo que las vigas descansen sobre rodillos ó planchas de plomo de modo que pueden dilatarse libremente.

Colocar la escala en el cabezo del muelle y en el sentido de la corriente, así será levantada por la corriente y no la maltratará.

Remplazar el pescante que existe por otro menos pesado.

Rascar todos los fierros y pintarlos.

En cuanto al terraplén, ademas de ser compuesto en la parte destruida, debe ser defendido por un rompe-olas; éste puede colocarse oblicuamente y formado por rieles, paralelo á él se dispondrá un muro de mampostería; de este modo perdiendo el mar su fuerza en la parte de fierro depositará arena y piedras en el espacio que queda entre el rompe-olas y el muro.

Chala á Coracora.

El 20 de Febrero seguimos nuestra marcha, empleando cuatro dias en llegar á éste último lugar.

En el camino hay algunas minas de oro y plata, pero todas abandonadas.

La roca dominante es la syenita - Hay tambien manchas de ágata y de una arcilla especial, parece ésta haber sido calcinada por accion volcanica, su aspecto es el del ladrillo, se labra con facilidad y puede remplazar á éste con ventaja en esos lugares.

A 156 km de Chala y 3450 m de altura se encuentra la laguna de Parinaccochas, su perimetro es aproxidamente de 50 km. A orillas de la laguna está el pequeño pueblo de Inca-huasi (casa del Inca), notable por verificarse allí una féria todos los años. Al lado O se eleva el hermoso volcan apagado Sara-sara (maiz-maiz) cubierto de nieves perpetuas.

El cuadro siguiente muestra las distancias.

Puerto de Chala á .... 0 km.

Chala Alta .... 22 km.

Yocota	33 km.
Orquilla	61 km
Oqueta	103 km
Pararani	138 km
Inca-huasi	156 km
Chumpi	171 km
Coracora	182 km

Coracora.

Es el pueblo mas importante de la Provincia de Parinacochas, tanto por su comercio, como por su poblacion; aunque Pauza es la capital de la Provincia, residen aquí las autoridades por encontrarse mas recursos.

Está situado á 182 km de Colta y á 3080 m de altura sobre el nivel del mar.

Su clima es frio, siendo la temperatura media observada de 15° centigrados (24 de Febrero á 2 de Marzo)

Las calles son generalmente recta y empedradas. Las casas de gruesas paredes de adobes y techos á dos aguas de paja, tejas ó calamina. Se está generalizando el empleo de la calamina por su menor peso y mas facil colocacion que las tejas.

Segun el último censo la poblacion asciende á 6000 habitantes.

Coracora á Colta.

El 2 de Marzo seguimos nuestra marcha, habiendo llega do á Calta el 7 del mismo mes.

El cuado siguiente muestra las distancias y alturas.

Distancias á Coracora	Lugares.	Altura sobre el nivel del mar
0 km.	Coracora	3080 m
11 km	Chumpí	3078 m
22 km	Brea	3720 m
50 km	Runa Sayqua	3770 m
66 km	Hacda. "Tambillo"	3070 m
77 km	Pararca.	2920 m
82 km	Aulla.	2886 m
104 km	Lampa.	2630 m
127 km	Calta.	3120 m

La-Brea.

Este caserío dista 11 km directamente de Coracora y queda al SE de dicha población. - Inmediato a él está la quebrada del mismo nombre donde se hayan situadas las minas de donde se extrae la brea. La quebrada está formada por cerros de caliza, en el fondo de ella corre un pequeño rio llamado de La Brea.

Las minas fueron descubiertas en 1760 por D. Julián de la Roca; desde entonces se trabajan y hoy se explotan en pequeña escala, proveyendo de brea al distrito de Caravelí donde se usa para hacer impermeables los odres.

Como sabemos, la brea, asfalto ó betun es un producto natural, proveniente de la descomposición de materias organicas y consistiendo en carburos de hidrogeno y en productos mas ó menos azoados y oxidados - Funde hácia los 100° - Su densidad varia de 1 a 1,7 - Segun el Sr. Boussingault la brea está constituida esencialmente por asfaltena y petrolena, pudiendo considerarse la primera como proveniente de la oxidación de la segunda.

Yacimiento - Se encuentra la brea impregnando rocas caliza en algunos sitios se observan pequeñas cavidades llenas de brea pura. - La riqueza del mineral decrece á medida que se aleja de la superficie.

Me explico la formación de éste yacimiento, del modo siguiente: el petróleo presionado por carburos de hidrogeno y otras materias volátiles que lo acompañan, se ha infiltrado en la masa de la caliza; aquí al contacto del aire se ha oxidado y tomado una consistencia cada vez mayor hasta trasformarse en asfalto. - Me inclina mas á llegar a ésto; el terreno que no es extraño al que se encuentra petróleo; no estar el sitio muy lejos de la costa; y la proximidad de agua salada, cual es la de tres pequeñas lagunas situadas al O de la laguna de Parinacochas. - Por lo expuesto no me parece avanzado suponer que á cierta profundidad debe hallarse petróleo y que por consiguiente practicandose un sondage en un lugar convenientemente escojido se llegaria á él.

A uno y otro lado del rio se encuentran las minas siguientes:

Márgen derecha: "Mamoso", "Huaylinacho", "Anccecala" y "Santo Domingo"

Márgen izquierda: "Huaccanqui", "Santa Rosa", "Yanaccocha", "Huarancco" "San Hilario", "San Antonio", "Chccepara", "Santu-huamansana" y "Ccharquina".

Los dueños de ellas son los S.S.: Hipolito Rosas, Manuel Ruiz, Francisco Torres, Eusebio Torres y Raymundo Ruiz.

Solo pudimos penetrar algunos metros á la galería principal "San Hilario" por estar completamente inundada.

Explotación.- Se verifica sin seguir plan alguno y conducida por los prácticos del lugar.

En la época de lluvias son inundadas casi todas las minas y no estando dotadas de un conveniente desagüe se paraliza el trabajo. En el mes de Mayo se desaguan las minas por medio de baldes. Desde este mes continua el trabajo hasta Noviembre.

El alumbrado consiste en el aparato llamado en el lugar mecha, constituido por un plato de barro en el que se coloca sebo y un pedazo de trapo.

El derribo del mineral lo hacen los auques (barreteros) por medio de barrenos; el mineral es llevado al exterior y allí molido por los apiris (cargadores). Practican esta operación triturando el mineral con un martillo, sobre un disco de piedra.

Beneficio. Existen 15 oficinas con este objeto. Están constituidas por una cancha donde se deposita el mineral, un hornillo para la fusion de la brea y un pozo donde se deposita la brea.

El hornillo está formado por un maciso de piedras en el que va empotrado un fondo de cobre; debajo de el hay una abertura en la se introduce el combustible, esta es a la vez hogar, parilla, cenizero y chimanea.

La operación se conduce asi: molido ya el mineral se coloca en el perol con una cantidad de agua y se hace hervir; en virtud del bajo punto de fusion de la brea y su poca densidad, luego sube liquida a la superficie, de donde es separada por espumaderas y depositada en el pozo que he indicado; aqui se condensa y solidifica.

El combustible empleado es la ccoñua, consiguiendose a S/0,20 la carga de 3 arrobas.

La producción anual es de 100 arrobas, vendiendose cada quintal á S/12.

En el lugar del consumo purifican la brea, haciendola hervir con sebo.

Los jornales que pagan son:

Augue (Barretero) ---- S/1.00
Apiri (Cargador) ---- 0.20
Espumador (Hornero) ---- 0.40.

De La Brea continuamos nuestro viage hasta Colta; existen en el camino caliza, conglomerados y minas de carbon. Encontramos tambien syenita y pórfido. Pasamos por los pueblos de Pararca y Lampa q. no ofrecen nada notable.

Colta.

Es la capital del distrito de su nombre; dista 127 km de Coracora y está á 3120 m de altura sobre el nivel del mar.

Su poblacion es muy escasa. El clima muy frio.

En sus alrededores hay minas de carbon, plata y muy ricas de oro; de todas hemos traido muestras para su análisis.

Ninguna de éstas minas se trabaja actualmente.

Este pueblo fué el termino de nuestro viage; al regreso tocamos en los mismos puntos sin haber acontecido nada notable.

No terminaré sin hacer constar el agradecimiento que debemos al Sr. Ingeniero Civil D. Dario Valdizán por los muchos servicios y atenciones que nos ha prestado.

Lima, Junio 3 de 1891

Luis Gmo. Irarquima.

Lima, Junio 5 de 1891

Pase para su calificacion á los Profesores Doctores Teodorico Olaechea, D. Felix Remy y Juan Tomicio y Masa.

E. S. Habich

N 4.

"Escuela de Ingenieros."

Problemas
de

Hidraulica

Lima, Octubre 25 de 1890
26

Luis Gmo. Marquina.

Seccion de Minas
1^er^ año

(11)
E. J.

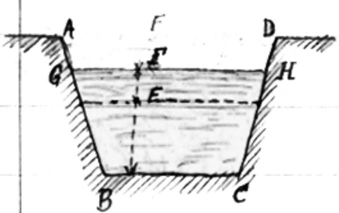
Atrasado diez y seis dias

J. Leopoldo Lome

Enunciados.

1º) Encontrar las pendientes y trazos de las secciones transversales del lecho prismático de un canal que debe atravezar sucesivamente terrenos de tierra vegetal arcilla y roca estratificada, y que debe gastar Q litros por segundo.

2º) Se trata de colocar en un canal trapezoidal de pendiente y de régimen constante, un vertedero, á través de un curso de agua con el objeto de levantar la superficie libre.



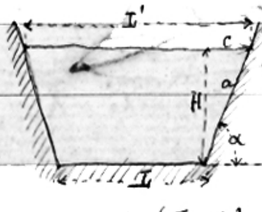
Determinar la forma que tomará la superficie libre aguas arriba, y trazar á escala conveniente el perfil longitudinal.

Datos.

Declive por kilómetro	Ancho del fondo BC	Razón de base á alt. del talud	Profd. BE del régimen uniforme	Elevcn del umbral GH sobre el fondo	Q
0,12	9,50	2,10	1,65	1,80	300

Resoluciones.

1º)



(Fig 1.)

Principiaremos por determinar el área de la sección, para ello tenemos la fórmula:

$$Q = \Omega u \quad \cdots \quad (1)$$

en que: Q gasto, Ω área de la sección y u velocidad media.

Conocida el área de la sección determinaremos el ancho en el fondo y la altura del nivel del agua sobre el fondo. Tenemos la fórmula:

$$\Omega = I\,H + H^2 \operatorname{cotang}\alpha \quad --- (2)$$

Conocemos Ω, cotangα es dado para las diferentes clases de terreno (Manuel de l'Ingenieur - Colombo). Tenemos una ecuación con dos incognitas; para determinar I y H tenemos que introducir una nueva ecuación, esta es:

$$\frac{b}{H} = 4 + 0{,}075\,\Omega \qquad (3) \qquad\qquad \frac{b}{H} = 2 \text{ á } 3 \quad (3\,bis)$$

En que b es la mediana de las longitudes en el fondo y superficie libre de la sección, es decir, $b = \frac{I + I'}{2}$, pero $I' = I + 2H \operatorname{cotang}\alpha$ (Fig 1), luego: $b = I + H \operatorname{cotang}\alpha$. Las fórmulas (3) se convierten en:

$$\frac{I}{H} + \operatorname{cotang}\alpha = 4 + 0{,}075\,\Omega \quad -- (4) \qquad \frac{I}{H} + \cot\alpha = 2 \quad (4\,bis)$$

Las fórmulas (3) y (3. bis) son dadas en el mismo Manual Colombo; la (3) se aplica cuando $\Omega > 0^{m^2},5$, y la (3 bis) cuando $\Omega < 0^{m^2},5$.

Con las ecuaciones (2) y (3) determinamos I y H, como tambien conocemos el talud, tenemos enteramente determinadas las secciones trasversales para cada terreno.

El lado inclinado a de la sección es:

$$a = \frac{H}{\operatorname{sen}\alpha} = H\sqrt{1 + \operatorname{cotang}^2\alpha} \quad -- (5.)$$

Conociendo a y I sabemos el valor de X y por consiguiente el del radio medio

$$R = \frac{\Omega}{X} \quad --- (6)$$

Para el declive usaremos la fórmula de Bazin:

$$\frac{R\,I}{u^2} = b, \quad --- (7)$$

En que C varía para cada valor de R y con la clase de terreno, la tabla XII del Curso de Hidraulica de Collignon nos da estos diferentes valores de C.

Apliquemos todo lo expuesto anteriormente á los diferentes terrenos.

Terreno de tierra vegetal.

$u = 0{,}101 \quad Q = 300$

$$\Omega = \frac{300}{0{,}101} = 2^{m^2}{,}97$$

El talud es de $\frac{2}{1}$ ó $\cot\alpha = 2$

$$\frac{L}{H} + 2 = 4 + 0{,}075 \times 2{,}97$$

$$\underline{L = 4{,}23\,H}$$

Sustituyendo en la fórmula (2.)

$$2{,}97 = 4{,}23\,H^2 + 2\,H^2 = 6{,}23\,H^2$$

$$\underline{H = 0^m{,}83} \quad y \quad \underline{L = 3^m{,}51}$$

Sustituyendo en la (5.)

$$a = 0{,}83\sqrt{3} = 1^m{,}44$$

$$X = 3^m{,}51 + 2^m{,}88 = 6^m{,}39$$

$$R = \frac{2{,}97}{6{,}39} = 0{,}46$$

$$\frac{0{,}46\,I}{0{,}101^2} = 0{,}001041$$

$$\underline{I = 0^m{,}0023} \text{ por kilómetro}$$

Terreno de arcilla.

$u = 0{,}203 \qquad \Omega = 1^{m^2}{,}48 \qquad$ Talud $\frac{1}{1}$, $\cot g\,\alpha = 1$

$$\frac{L}{H} + 1 = 4 + 0{,}075 \times 1{,}48$$

$$L = 4{,}11\,H$$

$$1{,}48 = 4{,}11\,H^2 + H^2 = 5{,}11\,H^2 \qquad H = \sqrt{\frac{1{,}48}{5{,}11}} = 0^m{,}53$$

$$\underline{H = 0^m{,}53} \qquad \underline{L = 2^m{,}18}$$

$$a = 0{,}53\sqrt{2} = 0^m{,}75$$

$$\chi = 2,18 + 1,50 = 3^m,68$$

$$R = \frac{1,48}{3,68} = 0,40$$

$$\frac{0,40\, I}{0,203^2} = 0,00039$$

$$\underline{\underline{I = 0^m,088}} \text{ por kilómetro}$$

<u>Terreno de roca estratificada</u>

$u = 2,44$ $\Omega = 0^{m^2},123$ talud $\frac{1/2}{1}$ $\cot \alpha = 1/2$

Como en este caso $\Omega < 0^{m^2},5$ aplicaremos la fórmula (4 bis)

$$\frac{l}{H} + 1/2 = 2 \quad \ldots \quad l = 1,5H$$

$$0,123 = 1,5H^2 + 0,5H^2 = 2H^2$$

$$\underline{\underline{H = 0^m,24}} \qquad \underline{\underline{l = 0^m,36}}$$

$$a = 0^m,24\sqrt{1,5} = 0^m,29$$

$$\chi = 0,36 + 0,58 = 0^m,94$$

$$R = \frac{0,123}{0,94} = 0,13$$

$$\frac{RI}{u^2} = \frac{0,13\, I}{2,44^2} = 0,000185$$

$$\underline{I = 0^m,84} \text{ por kilómetro}$$

2º) La ecuación que nos determina la forma del eje hidráulico es la deducida por Poiré:

$$x^2 = \frac{4h}{tg^2 i}\, y \quad \ldots \quad (1)$$

En esta fórmula conocemos $\tan i = \frac{0,12}{1000} = 0,00012$

(fig 2)

Para determinar h, lo descompondremos así:

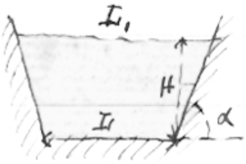
$$h = H_1 + H_2 \quad \ldots \quad (2)$$

En que H_2 es dado é igual á: $1,80 - 1,65 = 0^m,15$

$\underline{H_2}$ lo determinaremos por la fórmula de vertederos:

$$Q = 0,35\, l_1 H_1 \sqrt{2gH_1} \qquad (3)$$

En esta fórmula l_1 es el ancho del umbral y H_1 la sobreelevación de las aguas sobre él. Para deducir l_1 de los datos nos fijamos en que:



$$l_1 = l + 2\,H \cot \alpha$$

$$l_1 = 9,50 + 2 . 1,65 . 2,10$$

$$l_1 = 16^m,43$$

Sustituyendo en la fórmula (3) este valor, el de Q que en metros cúbicos $0^{m^3},300$, el de $g = 9,78$ tenemos:

$$0,300 = 0,35 \times 16,43 \times \sqrt{2 \times 9,78} \times H_1^{3/2}$$

$$0,300 = 25,42\ H_1^{3/2}$$

$$0,011 = H_1^{3/2}$$

Tomando logaritmos:

$$\tfrac{2}{3} \log 0,011 = \log H_1$$

$$\tfrac{2}{3}\ \bar{2},041393 = \log H_1$$

$$\bar{2},694262 = \log H_1$$

$$H_1 = 0^m,05$$

Sustituyendo este valor y el de H_2 en (2) tenemos:

$$h = 0^m,20 \quad (?)$$

Sabemos que el punto en que el eje hidráulico se confunde con la línea de régimen uniforme es un punto E tal, que proyectado sobre la vertical que pasa por el vertedero verifica que $DB = BC$ (Fig 2) o que $h = y$. Haciendo esta hipótesis en la ecuación (1) y sustituyendo los valores tenemos:

$$x^2 = \frac{4 \times 0,20}{0,0001^2} . 0,20$$

De donde efectuando:

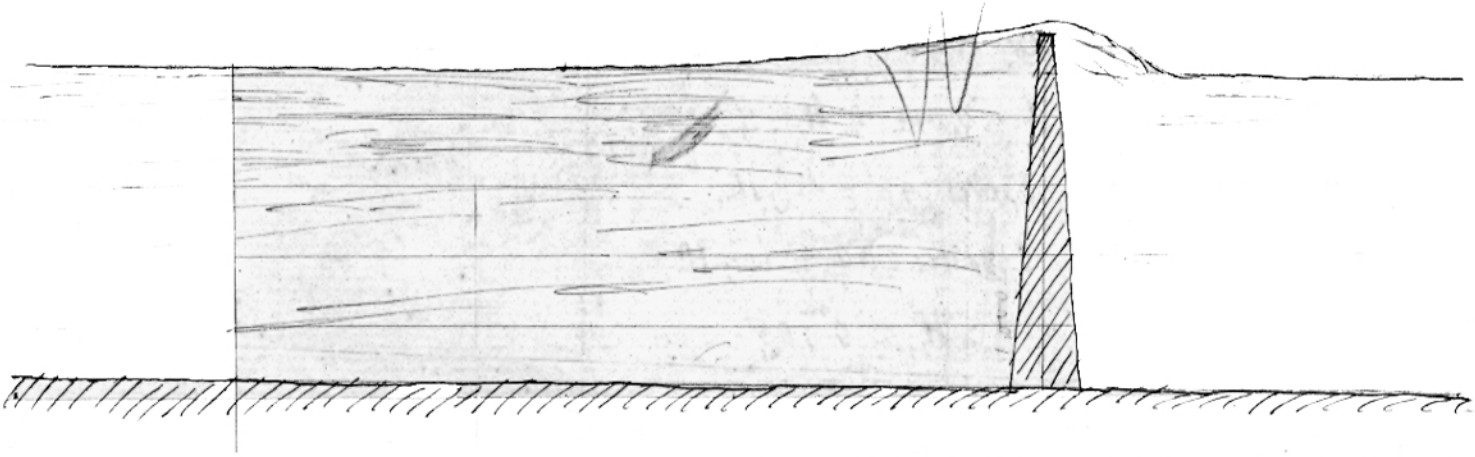
$$\underline{\underline{x = 333^m,33}}$$

Es decir que el régimen uniforme se extiende hasta $333^{m},33$ antes del vertedero.

Lima, Octubre 25 de 1890

Luis Guo. Marquina

Croquis del perfil longitudinal.



Escala horizontal -- $0^{m},20$ por kilómetro
Escala vertical ---- $0^{m},03$ por metro

Nota. El vertedero no está á escala horizontal

L. G. Marquina.

N 4.

"Escuela de Ingenieros"

Problemas

de

Resistencia de Materiales.

Lima, Octubre 8 de 1890

Sección Especial de Minas.

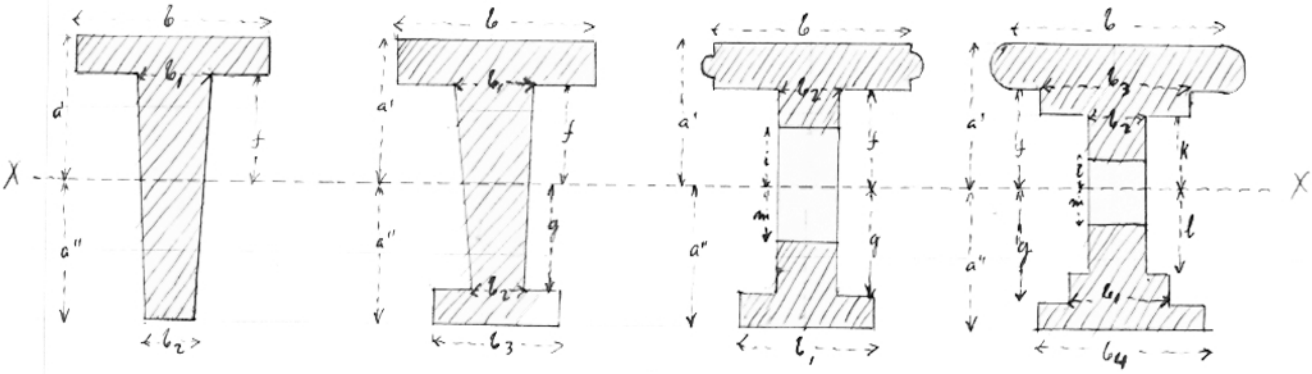
Nota 15.

Luis Gtvo Marquina.

Leopoldo Torres

Enunciados

Encontrar las fórmulas matemáticas para medir la superficie, determinar el centro de gravedad y calcular el momento de inercia de las secciones indicadas abajo; en seguida determinar el valor numerico con los datos que se indican.



Datos.

b	b_1	b_2	b_3	b_4	$a'+a''$	$a'-f$	$a''-g$	$f-i$
70	22	8	21	42	100	9	10	13

$g-m$	$f-k$	$g-l$	d
18	3	4	7

Resoluciones.

Superficies.

1º Sin dificultad podemos establecer la fórmula:

$$S = b(a'-f) + \frac{1}{2}(b_1+b_2)(f+a'')$$

Podemos deducir muy facilmente $f+a''$, pues de los datos $a'+a''=100$ y $a'-f=9$ restando el 2º del 1º tenemos $f+a''=91$

Sustituyendo este valor y los demas, que son dados, tenemos:

$$S = 70 \cdot 9 + \tfrac{1}{2}\, 30 \cdot 91 = 630 + 1365 = 1995^{cm^2}$$

$$\underline{\underline{S = 1995^{cm^2}}}$$

2º $S = b(a'-f) + \frac{1}{2}(b_1+b_2)(f+g) + b_3(a''-g)$

Sustituyendo tenemos:

$$S = 70 \cdot 9 + \tfrac{1}{2} \cdot 30 \cdot 81 + 21 \cdot 10 = 630 + 1215 + 210$$

$$\underline{\underline{S = 2055^{cm^2}}}$$

3º $S = b(a'-f) + \frac{1}{4}\pi d^2 + b_2(f-i) + b_2(g-m) + b_1(a''-g)$

$$S = 70 \cdot 9 + \tfrac{1}{4} \cdot 3{,}14 \cdot 7^2 + 8 \cdot 13 + 8 \cdot 18 + 22 \cdot 10$$

$$S = 630 + 38{,}465 + 104 + 144 + 220$$

$$\underline{\underline{S = 1136^{cm^2}{,}4650}}$$

4º $S = b(a'-f) + \frac{1}{4}\pi(a'-f)^2 + b_3(f-k) + b_2(k-i) + b_2(l-m) + b_1(g-l) + b_4(a''-g)$

$$S = 70 \cdot 9 + \tfrac{1}{4} \cdot 3{,}14 \cdot 9^2 + 21 \cdot 3 + 8 \cdot 10 + 8 \cdot 14 + 22 \cdot 4 + 42 \cdot 10$$

$$S = 630 + 63{,}585 + 63 + 80 + 112 + 88 + 420$$

$$\underline{\underline{S = 1136^{cm^2}{,}5850}}$$

Centros de gravedad.

Como las secciones tienen un eje de simetría es evidente que el centro de gravedad estará sobre este eje, basta calcular una de las coordenadas.

Supongamos que la línea XX pasa por los centros de gravedad.

La fórmula que nos da la ordenada del centro de gravedad es $Sy_1 = \Sigma ys$; donde $\underline{S}$ superficie total, y_1 coordenada del centro de gravedad; y distancia de cada uno de los elementos al eje y $\underline{s}$ ~~los~~ elementos.

Tendremos pues que calcular los momentos con respecto al eje XX, sumar todos estos momentos é igualar a cero dicha suma, porque la coordenada y_1 del centro de gravedad es nula, por pasar dicho eje por él.

1º Descompondremos la figura en un rectángulo y un trapecio.

La fórmula que nos dá la distancia del centro de gravedad de un trapecio, a la base mayor cuya base mayor es a, la menor b y h la altura es: $y = \frac{a+2b}{3(a+b)} h$.

Tendremos pues:

$$\tfrac{1}{2} b(a'-f)(a'+f) + \tfrac{1}{2}(b_1+b_2)(f+a'')\left[f - \frac{b_1+2b_2}{3(b_1+b_2)}(f+a'')\right] = 0$$

Podemos reemplazar las cantidades que son dadas y las demas deducirlas de los datos en funcion de f, a', a'' o cualquiera otra: hemos escogido f.

Efectuando las operaciones indicadas en la fórmula anterior y simplificando tenemos:

$$b(a'-f)(a'+f) + (b_1+b_2)(f+a'')f - \tfrac{1}{3}(b_1+2b_2)(f+a'')^2 = 0$$

$$70 \cdot 9(9+2f) + 30 \cdot 91 - \tfrac{1}{3} \cdot 38 \cdot \overline{91}^2 = 0$$

Efectuando y despejando f:

$$f = 29^{cm},85$$

2º Razonando como en el caso anterior tenemos:

$$\tfrac{1}{2}(a'-f)(a'+f)b + \tfrac{1}{2}(b_1+b_2)(f+g)\left[f - \frac{b_1+2b_2}{3(b_1+b_2)}(f+g)\right] - \tfrac{1}{2} b_3(a''+g)(a''-g) = 0$$

$$b(a'-f)(a'+f) + (b_1+b_2)(f+g)f - \tfrac{1}{3}(b_1+2b_2)(f+g)^2 - b_3(a''-g)(a''+g) = 0$$

$$70 \cdot 9(9+2f) + 30 \cdot 81 f - \tfrac{1}{3} \cdot 38 \cdot \overline{81}^2 - 21 \cdot 10(172-2f) = 0$$

$$2835 + 630f + 1215f - 41553 - 18060 + 210f = 0$$

$$2055 f = 56778$$

$$f = 27^{cm},62$$

3º.-

$$\tfrac{1}{2} b(a'+f)(a'-f) + \tfrac{1}{2}(a'+f)\tfrac{1}{4}\pi d^2 + \tfrac{1}{2}(f+i)(f-i)b_2 - \tfrac{1}{2} b_1(g+m)(g-m) - \tfrac{1}{2} b_1(a''+g)(a''-g) = 0$$

$$630(9+2f) + 38,465(9+2f) + 104(13+2f) - 144(180-2f) - 220(172-2f) = 0$$

$$\begin{cases} 5670 + 1260f + 346,185 + 76,93f + 1352 + 208f - 25920 + 288f \\ - 37840 + 440f = 0 \end{cases}$$

$$2272,93f = 56391,815$$

$$\underline{\underline{f = 24^{cm},80}}$$

4º.-

$$\begin{cases} \tfrac{1}{2}(a'-f)(a'+f) + \tfrac{1}{4}\pi(a'-f)^2\tfrac{1}{2}(a'+f) + \tfrac{1}{2}b_3(f-k)(f+k) + \tfrac{1}{2}b_2(k-i)(k+i) - \tfrac{1}{2}b_2(l-m)(l+m) - \\ - \tfrac{1}{2}b_1(g-l)(g+l) - \tfrac{1}{2}b_4(a''-g)(a''+g) = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 630(9+2f) + 63,585(9+2f) + 63(3+2f) + 80(36+2f) - 112(140-2f) - \\ - 88(162-2f) - 420(172-2f) = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 5670 + 1260f + 572,4 + 127,2f + 189 + 126f + 2880 + 160f - 15680 + \\ + 224f - 14256 + 176f - 72240 + 840f = 0 \end{cases}$$

$$2893,2f = 92764,6$$

$$\underline{\underline{f = 38^{cm},97}}$$

Momentos de inercia

Para calcular el momento de inercia de cada una de las secciones procederemos del siguiente modo: descompondremos las secciones en figuras, cuyos momentos de inercia conocemos, con respecto a la recta que pasa por su centro de gravedad; enseguida pasaremos al momento de inercia con respecto a la recta XX por la formula conocida:

$$I = I_g + \Omega d^2$$

Sumando todos los momentos de inercia, con respecto a XX, tendremos el momento de inercia de cada seccion.

1º.- Descompondremos la seccion en dos rectángulos y un triangulo, tendremos:

$$I_g = b(a'-f)\left[\frac{(a'-f)^2}{12}+\frac{(a'+f)^2}{4}\right]+b_2(a''+f)\left[\frac{(a'+f)^2}{12}+\frac{(f-a'')^2}{4}\right]+\frac{1}{3}(b_1+b_2)(a''+f)\left[\frac{(f+a'')^2}{18}+\frac{(2f+a'')^2}{9}\right]$$

$$I_g = 70.9\left[\frac{81}{12}+\frac{65^2}{4}\right]+8.81\left[\frac{65^2}{12}+\frac{\cancel{25}^2}{4}\right]+\frac{1}{3}\cdot 30.81\left[\frac{81^2}{18}+\frac{50^2}{9}\right]$$

$$I_g = \frac{630}{12}(81+10725)+\frac{648}{12}\left[10725+1875\right]+\frac{810}{18}(6561+5000)$$

$$I_g = \frac{1}{36}\left[1890(81+10725)+1944(10725+1875)+1620(6561+5000)\right]$$

$$I_g = \frac{1}{36}\left[153090+20270250+20849400+3645000+10628820+8100000\right]$$

$$\underline{\underline{I_g = 1655738}}$$

2°
$$\begin{cases} I_g = b(a'-f)\left[\frac{(a'-f)^2}{12}+\frac{(a'+f)^2}{4}\right]+b_2(f+g)\left[\frac{(f+g)^2}{12}+\frac{(f-g)^2}{4}\right]+\frac{1}{2}(b_1+b_2)(f+g)\left[\frac{(f+g)^2}{18}+\frac{(2f+g)^2}{9}\right] \\ + b_3(a''-g)\left[\frac{(a''-g)^2}{12}+\frac{(a''+g)^2}{4}\right] \end{cases}$$

$$I_g = \frac{630}{12}(81+10725)+\frac{568}{12}(9541+1275)+\frac{1065}{18}(5041+238)+\frac{210}{12}(100+10092)$$

$$I_g = \frac{1}{36}\left[1890(81+10725)+1704(9541+1275)+2120(5041+238)+630(100+10092)\right]$$

$$I_g = \frac{1}{36}\left[20423340+18430464+11191480+6417960\right]$$

$$\underline{\underline{I_g = 1012868}}$$

3°
$$\begin{cases} I_g = b(a'-f)\left[\frac{(a'-f)^2}{12}+\frac{(a'+f)^2}{4}\right]\mp\frac{\pi d^2}{4}\left[\frac{d^2}{16}+\frac{(a'+f)^2}{4}\right]+b_2(f-i)\left[\frac{(f-i)^2}{12}+\frac{(f+i)^2}{4}\right]+ \\ + b_2(g-m)\left[\frac{(g-m)^2}{12}+\frac{(g+m)^2}{4}\right]+b_1(a''-g)\left[\frac{(a''-g)^2}{12}+\frac{(a''+g)^2}{4}\right] \end{cases}$$

$$I_g = \frac{630}{12}(81+10725) + \frac{153,86}{64}(49+\cancel{4}3481) + \frac{104}{12}(169+432) +$$
$$+ \frac{144}{12}(324+26508) + \frac{220}{12}(100+44652)$$

$$I_g = \frac{105}{2} \cdot 10806 + \frac{76,93}{32} \cdot 13973 + \frac{26}{3} \cdot 801 + 12 \cdot 26832 + \frac{55}{3} \cdot 44752$$

$$I_g = \frac{1}{96}\Big[48 \cdot 10806 + 3 \cdot 76,93 \cdot 13973 + 32 \cdot 26 \cdot 801 + 96 \cdot 12 \cdot 26832 +$$
$$+ 32 \cdot 55 \cdot 44752\Big]$$

$$I_g = \frac{1}{96}\left[538688 + 3326829 + 666432 + 30910464 + 78762520\right]$$

$$I_g = \frac{114404933}{96}$$

$$\underline{I_g = 1191718.}$$

4º

$$I_g = b(a'-f)\left[\frac{(a'-f)^2}{12} + \frac{(a'+f)^2}{4}\right] + \frac{\pi(a'-f)^2}{4}\left[\frac{(a'-f)^2}{16} + \frac{(a'+f)^2}{4}\right] + b_3(f-k)\left[\frac{(f-k)^2}{12} + \frac{(f+k)^2}{4}\right] +$$
$$+ b_2(k-i)\left[\frac{(k-i)^2}{12} + \frac{(k+i)^2}{4}\right] + b_2(l-m)\left[\frac{(l-m)^2}{12} + \frac{(l+m)^2}{4}\right] + b_1(g-l)\left[\frac{(g-l)^2}{12} + \frac{(g+l)^2}{4}\right] +$$
$$+ b_4(a''-g)\left[\frac{(a''-g)^2}{12} + \frac{(a''+g)^2}{4}\right].$$

$$I_g = \frac{630}{12}(81+10725) + \frac{254,34}{96}(\cancel{196}\,81 + 19707) + \frac{63}{12}(9+16875) +$$
$$+ \frac{80}{12}(100+11532) + \frac{112}{12}(196+11532) + \frac{88}{12}(16+19200) + \frac{420}{12}(100+26508)$$

$$I_g = 567315 + 106128 + 140902,33 + 88041 + 77527 + 107370$$
$$+ 931244$$

$$\underline{I_g = 1507947}$$

Lima, Octubre 8 de 1890

Luis Guo. Marquina.

N.º 2.

Escuela de Ingenieros

Problemas

de

Resistencia de Materiales

(Estática Gráfica.)

Lima, junio 23 de 1890

Luis Gmo. Marquina.

Sección Especial
(Minas 1.º año.)

Una viga cuya linea de carga es $A'B'$

Determinar:

1º Los esfuerzos cortantes en cada seccion, es decir hacer la integracion grafica: $F = \int p\,dx$; se hará la construccion de modo que el lugar buscado corte á la mitad de AB.

2º Trazar la linea de los momentos de flexion, es decir integrar graficamente: $M = \int F\,dx$; se principiará la construccion desde el extremo A.

3º Buscar la curva que da la ley de las tangentes trigonometricas de los ángulos que hace con la viga las tangentes geometricas trazadas á la fibra deformada, es decir, integrar graficamente: $\tau = \int M\,dx$; se principiará la construccion de modo que la ordenada sea nula en el medio de AB.

4º Construir la curva que forma la fibra deformada, es decir integrar graficamente: $Y = \int \tau\,dx$; se principiará la construccion desde el extremo A.

Se determinará el valor numerico de las distintas ordenadas que corresponden al punto que está en en el tercio de la viga.

Datos.

$AB = 5^{m.}$ $AA' = 150^{kg.}$ $BB' = 200^{kg.}$

Soluciones.

• Tomemos $0^{m},02$ por metro y $0^{m},03$ por kilogramo. AA' será igual á $4^{m},50$ y BB' á $6^{m},00$; como son magnitudes demasiado grandes tomemos $AA' = 0^{m},015$ y $BB' = 0^{m},02$, de este modo habremos dividido las ordenadas por 300.

1º (Fig 1.) Tomemos $OA = 0^{m},03$, unidad de Kg; O será el polo, trazando paralelas á los diftos radios polares ~~tendremos~~ tendremos la curva integral CDE; las ordenadas de esta curva nos sepresentan los esfuer

1º Los esfuerzos cortantes en cada sección, es decir hacer la integración gráfica: $F = \int p\,dx$; se hará la construcción de modo que el lugar buscado corte á la mitad de $\underline{AB}$.

2º Trazar la linea de los momentos de flexión, es decir integrar graficamente: $M = \int F\,dx$; se principiará la construcción desde el extremo A.

3º Buscar la curva que da la ley de las tangentes trigonometricas de los ángulos que hace con la viga las tangentes geometricas trazadas á la fibra deformada, es decir, integrar graficamente: $\tau = \int M\,dx$; se principiará la construcción de modo que la ordenada sea nula en el medio de $\underline{AB}$.

4º Construir la curva que forma la fibra deformada, es decir integrar graficamente: $Y = \int \tau\,dx$; se principiará la construcción desde el extremo $\underline{A}$.

Se determinará el valor numerico de las distintas ordenadas que corresponden al punto que está en en el tercio de la viga.

Datos.

$\underline{AB} = 5^{m.}$ $\underline{AA'} = 150^{kg.}$ $BB' = 200^{kg.}$

Soluciones.

• Tomemos $0^m,02$ por metro y $0^m,03$ por kilogramo. $\underline{AA'}$ será igual á $4^m,50$ y $\underline{BB'}$ á $6^m,00$; como son magnitudes demasiado grandes tomemos $AA' = 0^m,015$ y $BB' = 0^m,02$, de este modo habremos dividido las ordenadas por 300.

1º (Fig 1.) ℅. Tomemos $OA = 0^m,03$, unidad de Kg; $\underline{O}$ será el polo, trazando paralelas á los dichos radios polares ~~tendremos~~ tendremos la curva integral $\underline{CDE}$; las ordenadas de esta curva nos representan los esfuerzos cortantes multiplicados por 300.

Midiendo la ordenada $\underline{IM}$, correspondiente al tercio de la viga, tenemos que es igual á $0^m,009$; numero que multiplique semos por 300, puesto que hemos dicho que las ordenadas quedan divididas por 300; y dividiremos por $0^m{,}03$, para referirla á la unidad. Tenemos

$$F_{1/3} = 90^{kg} \times d$$

2º (Fig 2.) Tomemos B (Fig 1) como polo, tracemos el haz polar correspondiente y principiando por A (Fig 2) tiremos paralelas correspondientes á este haz; tendremos así la curva AQSB q. nos representará, por sus ordenadas, los momentos de flexión.

La ordenada en el tercio es: $PQ = 0^m{,}0225$, luego

$$M_{1/3} = 225 \times d^2$$

3º (Fig. 3.) Tomemos B como nuevo polo y haciendo construcción semejante á la anterior tendremos la curva integral HIJ. que nos representa la ley de las tangentes trigonométricas de los angulos que hace con la viga las tangentes geométricas trazadas á la fibra deformada.

Tenemos que la ordenada al tercio es: $HS = 0^m{,}013$, de donde

$$\tau_{1/3} = -130 \times d^3$$

4º (Fig 4.) Lo mismo que en los casos anteriores, tendremos la curva AUB, que nos representa la fibra deformada.

La ordenada al tercio es: $TU = 31$,

$$Y_{1/3} = 310 \times d^4$$

% El polo de cada integracion debe ser 0'02 que es la unidad lineal.

$y = \int p\,dx$

$\dfrac{dy}{dx} = p$

$\dfrac{dy}{dx} = \tan\alpha.$

$\dfrac{p}{d} = \tan\alpha' \quad p = d.\tan\alpha'$

$\dfrac{d\frac{y}{d}}{dx} = \tan\alpha'$

$\dfrac{y}{d} = y'$

$y = d y'$

Lima, Junio 23 de 1890.

Aristónico Marquina.

Cuando el polo no es la unidad de abscisas sino d las ordenadas y' que resultan deben multiplicarse por d en el caso de la lamina por 0'03 y dividir por 0'02 referida á la unidad. Tenemos.

$$F_{1/3} = 90^{\,kg} \times d$$

2º (Fig 2.) Tomemos B (Fig 1) como polo, tracemos el haz polar correspondiente y principiando por A (Fig 2) tiremos paralelas correspondientes á este haz; tendremos así la curva AQSB q. nos representará, por sus ordenadas, los momentos de flexión.

La ordenada en el tercio es: $PQ = 0^m,0225$, luego

$$M_{1/3} = 225 \times d^2$$

3º (Fig. 3.) Tomemos B como nuevo polo y haciendo construcción semejante á la anterior tendremos la curva integral HIJ. que nos representa la ley de las tangentes trigonométricas de los angulos que hace con la viga las tangentes geometricas trazadas á la fibra deformada

Tenemos que la ordenada al tercio es: $HS = 0^m,013$, de donde

$$\tau_{1/3} = -130 \times d^3$$

4º (Fig 4.) Lo mismo que en los casos anteriores, tendremos la curva ATB, que nos representa la fibra deformada.

La ordenada al tercio es: $TU = 31$,

$$Y_{1/3} = 310 \times d^4$$

% El polo de cada integracion debe ser 0'02 que es la unidad lineal

$y = \int p\,dx$

$\frac{dy}{dx} = p$

$\frac{dy}{dx} = \tan \alpha.$

$\frac{p}{d} = \tan \alpha' \quad p = d.\tan \alpha'$

$\frac{d\frac{y}{d}}{dx} = \tan \alpha'$

$\frac{y}{d} = y'$

$y = dy'$

Lima, Junio 23 de 1890.

Cristomo Marquina.

Cuando el polo no es la unidad de abscisas sino d las ordenadas y' que resultan deben multiplicarse por d en el caso de la lamina por 0'03 y dividir por 0'02 es decir 1'5

así $1'5 \times 90 = 135$ Kg.

$p = 150 + 10x$

$y = F' = 150x + 5x^2 + C = 150x + 5x^2 - 406$

$0 = 375 + 31 + C$

$350 + 14 - \frac{406}{264} = 142$ Kg.

Escuela de Ingenieros

N.º 2.

Problemas
de
Hidraulica

Lima, Julio 4 de 1890.

Seccion de Minas (1.º año)

Luis Guillermo Marquina

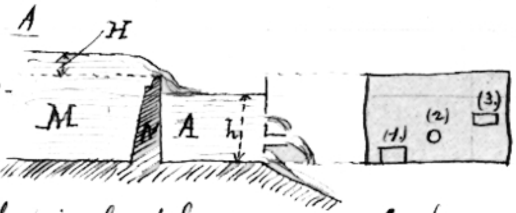
Con tres dias de atraso

Por 3 atraso (12)

EP

Enunciados.

Un vertedero N alimenta un reservorio A provisto de tres orificios (1), (2), (3), que distribuyen convenientemente las aguas. Se



desea saber la altura h á que llegará el nivel del agua en A para que el regimen permanente quede establecido.

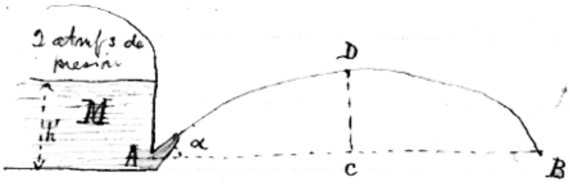
El umbral del vertedero tendrá la forma indicada en el dibujo; el ancho del umbral será L y la sobre-elevación de las aguas H.

El orificio (1), en pared delgada, será rectangular situado en el fondo del reservorio y seguido de un canal; sus dimensiones son: a su altura y b su base.

El orificio (2) será en boquilla cilíndrica de l longitud y d diametro, y cuyo centro está á z^m del fondo del reservorio

El orificio (3), en pared delgada de a' altura y b' base, y cuya base dista z'^m del fondo del reservorio.

2º — Encontrar el gasto, altura y distancia horizontal á que alcanzará un surtidor A, alimentado por



un reservorio M, en que la altura del agua sea h' constante, sobre el centro del orificio de salida y bajo una presión de dos atmosferas. El reservorio será formado por una boquilla cónica convergente de 12°, 4', su diametro de salida será d' y su inclinación α° sobre el horizonte.

Datos.

$L = 0^m,80$	$a = 0^m,07$	$l = 0^m,21$	$a' = 0^m,06$
$H = 0^m,19$	$b = 0^m,21$	$d = 0^m,11$	$b' = 0^m,25$
		$z = 0^m,30$	$z' = 0^m,30$

$h' = 0^m,35$

$d' = 0^m,02$

$\alpha = 30°$

1º Las fórmulas del vertedero y boquillas son:

(1) $Q = mLH\sqrt{2gH}$ .... Vertedero

(2) $Q_1 = mA_1\sqrt{2gh}$ .... Orificio seguido de canal

(3) $Q_2 = 0{,}82\,A_2\sqrt{2g(h-z)}$ ..... Orificio cilíndrico.

(4.) $Q_3 = mA_3\sqrt{2g(h-z')}$ ..... Orificio rectangular

Empleamos la fórmula (3) puesto que el largo del cilindro $0^m{,}21$ es mayor que 1½ vez el diametro $0^m{,}11$.

Es evidente que para que el régimen hidráulico quede establecido es necesario y suficiente que:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

En cada uno de los términos de la ecuación anterior podemos sacar en factor comun $\sqrt{2g}$; por consiguiente podemos dividirla por $\sqrt{2g}$. Tendremos pues:

$$mLH\sqrt{H} = mA_1\sqrt{h} + 0{,}82\,A_2\sqrt{h-z} + mA_3\sqrt{h-z'}$$

Sustituyendo los valores dados:

$$0{,}35 \cdot 0{,}80 \cdot 0{,}19 \cdot \sqrt{0{,}19} = 0{,}63 \cdot 0{,}07 \cdot 0{,}21\sqrt{h} + 0{,}82 \cdot \frac{\pi(0{,}11)^2}{4}\sqrt{h-0{,}30} + 0{,}62 \cdot 0{,}06 \cdot 0{,}25\sqrt{h}$$

Efectuando las operaciones indicadas:

$$0{,}023142 = 0{,}009261\sqrt{h} + 0{,}0170927388\sqrt{h-0{,}30}$$

Podiamos reducir esta ecuación á la forma de una completa de segundo grado y aplicando la fórmula correspondiente despejar h; siendo esta operación muy larga recurrisemos al método de tanteo que es mas rapido, aplicandolo á la ecuación anterior. tenemos:

$$\underline{\underline{h = 0^m{,}973}}$$

2º Para calcular el gasto emplearemos la fórmula:

$$Q = m\mu A\sqrt{2gh}$$

$m\mu = 0{,}942$ $\quad A = \frac{3{,}1416 \times (0{,}02)^2}{4} = 0{,}00031416$ $\quad 2g = 19{,}56$

$h = h' + n\,10{,}33 = 21{,}01$

Sustituyendo estos valores en la fórmula anterior tenemos:

$$Q = 0{,}00029593872\sqrt{410{,}9556}$$

$$Q = 0{,}005992\,86\ m^3$$

1º Las formulas del vertedero y boquillas son:

(1) $Q = m\,L\,H\sqrt{2gH}$ ..... Vertedero

(2) $Q_1 = m\,A_1\sqrt{2gh}$ ...... Orificio seguido de canal

(3) $Q_2 = 0{,}82\,A_2\sqrt{2g(h-z)}$ .... Orificio cilindrico.

(4.) $Q_3 = m\,A_3\sqrt{2g(h-z')}$ .... Orificio rectangular

Empleamos la fórmula (3) puesto que el largo del cilindro $0^m{,}21$ es mayor que 1½ vez el diametro $0^m{,}11$.

Es evidente que para que el régimen hidraulico quede establecido es necesario y suficiente que:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

En cada uno de los términos de la ecuación anterior podemos sacar en factor comun $\sqrt{2g}$; por consiguiente podemos dividirla por $\sqrt{2g}$. Tendremos pues:

$$m\,L\,H\sqrt{H} = m\,A_1\sqrt{h} + 0{,}82\,A_2\sqrt{h-z} + m\,A_3\sqrt{h-z'}$$

Sustituyendo los valores dados:

$$0{,}35 \cdot 0{,}80 \cdot 0{,}19 \cdot \sqrt{0{,}19} = 0{,}63 \cdot 0{,}07 \cdot 0{,}21\sqrt{h} + 0{,}82 \cdot \frac{\pi(0{,}11)^2}{4}\sqrt{h-0{,}30} + 0{,}62 \cdot 0{,}06 \cdot 0{,}25\sqrt{h-0{,}3}$$

Efectuando las operaciones indicadas:

$$0{,}023142 = 0{,}009261\sqrt{h} + 0{,}0170927388\sqrt{h-0{,}30}$$

Podiamos reducir esta ecuación á la forma de una completa de segundo grado y aplicando la fórmula correspondiente despejar h; siendo esta operación muy larga recurrisemos al método de tanteo que es mas rapido; aplicandolo á la ecuación anterior tenemos:

$$\underline{\underline{h = 0^m{,}973}}$$

2º Para calcular el gasto emplearemos la fórmula:

$$Q = m\mu\,A\sqrt{2gh}$$

$m\mu = 0{,}942$ .... $A = \frac{3{,}1416 \times (0{,}02)^2}{4} = 0{,}00031416$ .... $2g = 19{,}56$

$h = h' + 10{,}33 = 21{,}01$

Sustituyendo estos valores en la fórmula anterior tenemos:

$$Q = 0{,}000295938\,72\sqrt{410{,}9556}$$

$$\underline{Q = 0^{m^3}{,}00599286}$$

Determinaremos el alcance máximo, emplearemos la formula

$$x_{max} = 2(m\mu)^2 h \operatorname{sen} 2\alpha$$

En nuestro caso:

$m\mu = 0,942$ ... $h = 21,01$ $\alpha = 30^\circ$

La formula anterior se convertirá en:

$$x_{max} = 2(0,942)^2 \cdot 21,01 \cdot \operatorname{sen} 60^\circ$$

Tomando logaritmos y ejecutando las operaciones:

$$x_{max} = 32^{m},2925$$

Para la altura:

$$y_{max} = (m\mu)^2 h \operatorname{sen}^2 \alpha = (0,942)^2 \cdot 21,01 \cdot \operatorname{sen}^2 30^\circ$$

De donde:

$$y_{max} = 0,048029$$

Esta es la altura teorica, en ella no hemos tenido en cuenta la resistencia del aire, que naturalmente influye en dicha altura. Para tener la altura real usaremos la formula de d'Aubisson

$$H' = H - 0,01\, H^2$$

$$H' = 0,048029 - 0,01 \times 0,48029^2$$

$$H' = 0^{m},048026$$

Lima, Julio 5 de 1890

Luis Gmo. Marquina

N.º 3

"Escuela de Ingenieros"

Problemas

de

Hidraulica

Lima, Julio 31 de 1890

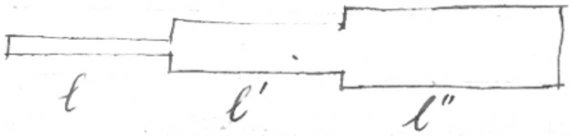
Sección de Minas
1.er año

Luis Guio. Marquina

(11.)
El?

Enunciados.

1º Se quiere reemplazar una cañería compuesta de tres tubos por un solo tubo de 6000^m de longitud, conservando el mismo gasto y la misma desnivelación total.



$l = 700^m \qquad l' = 2000^m \qquad l'' = 1100^m$

$d = 0^m,35 \qquad d' = 0^m,40 \qquad d'' = 0^m,50$

2º Calcular el diametro constante de un tubo de 5900^m de longitud que debe gastar uniformemente $0^m,011$ de agua en su trayecto y $0^m,010$ en su extremo y por segundo, siendo la pérdida total de carga $6^m,32$.

3º Calcular la altura de un surtidor vertical alimentado por un tubo de 5900^m de longitud; $0^m,25$ de diametro; $0^m,030$ de gasto. El nivel de agua en el estanque se encuentra á 30^m del orificio del surtidor.

Soluciones.

1º Segun la ley de Dupuy tenemos:

$$\frac{l}{d^5} + \frac{l'}{d'^5} + \frac{l''}{d''^5} = \frac{L}{D^5}$$

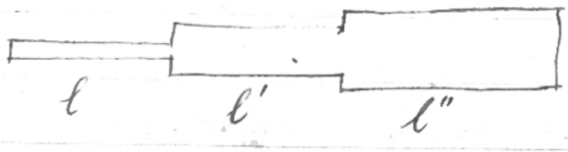
$$\frac{700}{(0,35)^5} + \frac{2000}{(0,40)^5} + \frac{1100}{(0,50)^5} = \frac{6000}{D^5}$$

Calculando el valor de cada una de las fracciones anteriores tenemos:

$$133277,8 + 195312,5 + 35200 = \frac{6000}{D^5}$$

$$D^5 \; 373790,3 = 6000$$

tubos por un solo tubo de 6000^m de longitud, conservando el mismo gasto y la misma desnivelación total.



$l = 700^m$ $\qquad l' = 2000^m$ $\qquad l'' = 1100^m$

$d = 0^m,35$ $\qquad d' = 0^m,40$ $\qquad d'' = 0^m,50$

2º. Calcular el diametro constante de un tubo de 5900^m de longitud que debe gastar uniformemente $0^m,011$ de agua en su trayecto y $0^m,010$ en su extremo y por segundo, siendo la pérdida total de carga $6^m,32$.

3º Calcular la altura de un surtidor vertical alimentado por un tubo de 5900^m de longitud; $0^m,25$ de diametro; $0^m,030$ de gasto. El nivel de agua en el estanque se encuentra á 30^m. del orificio del surtidor.

Soluciones.

1º Segun la ley de Dupuy tenemos:

$$\frac{l}{d^5} + \frac{l'}{d'^5} + \frac{l''}{d''^5} = \frac{L}{D^5}$$

$$\frac{700}{(0,35)^5} + \frac{2000}{(0,40)^5} + \frac{1100}{(0,50)^5} = \frac{6000}{D^5}$$

Calculando el valor de cada una de las fracciones anteriores tenemos:

$$133\,277,8 + 195\,312,5 + 35\,200 = \frac{6000}{D^5}$$

$$D^5\ 373\,790,3 = 6000$$

$$D = \sqrt[5]{\frac{6000}{373\,790,3}}$$

Tomando logaritmos y efectuando las operaciones

$$\underline{\underline{D = 0^m,44}}$$

2.º Tenemos la fórmula:

$$D^5 = \frac{64\, b_1\, L}{\pi^2\, y\, P}\, \frac{Q^3}{3}\Bigg|_{Q_1}^{Q_1+P}$$

En nuestro caso la fórmula anterior se convierte en:

$$D^5 = \frac{64 \times 0{,}000625 \times 5900}{(3{,}1416)^2 \times 6{,}32 \times 0{,}011} \cdot \frac{Q^3}{3}\Bigg|_{0{,}011}^{0{,}021}$$ Simplificando,

$$D^5 = \frac{0{,}0625 \times 59 \times 0{,}00000793}{(0{,}3927)^2 \times 6{,}32 \times 0{,}11 \times 3}$$

Tomando logaritmos

$5 \log D = \log 0{,}0625 + \log 59 + \log 0{,}00000793 - (2 \log 0{,}3927 + \log 6{,}32 + \log 0{,}11 + \log 3)$

Efectuando las operaciones:

$$\underline{D = 0^m{,}2\cancel{4}5}$$

3.º Teóricamente el surtidor debía arrojar el agua a una altura de 30^m pero hay que hacer correcciones por la pérdida de carga por rozamiento y por la resistencia del aire.

Para la pérdida de carga por rozamiento tenemos la fórmula:

$$y = \frac{64\, b_1\, Q^2 L}{\pi^2 D^5}$$ en éste caso se convierte en:

$$y = \frac{64 \times 0{,}000625 \times 0{,}0009 \times 5900}{3{,}1416^2 \times 0{,}25^5} = \frac{0{,}2124}{0{,}009672208} = \underline{21^m{,}96}$$

Este valor de y es para tubos viejos, si los tubos son nuevos:

$$\underline{y = 10^m{,}98}$$

La altura del surtidor, abstracción hecha de la resistencia del aire es: $H = 30^m - y$

Para tubos ~~viejos~~: $\underline{H = 8^m{,}04}$

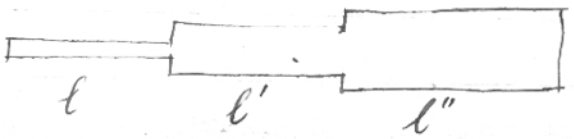
Para tubos nuevos: $\underline{H = 19^m{,}02}$

Para la resistencia del aire tenemos la fórmula:

$H' = H - 0{,}01 H^2$. Efectuando las operaciones tene-

Enunciados.

1º Se quiere reemplazar una cañería compuesta de tres tubos por un solo tubo de 6000^m de longitud, conservando el mismo gasto y la misma desnivelación total.



$l = 700^m$ $\qquad$ $l' = 2000^m$ $\qquad$ $l'' = 1100^m$

$d = 0^m,35$ $\qquad$ $d' = 0^m,40$ $\qquad$ $d'' = 0^m,50$

2º Calcular el diametro constante de un tubo de 5900^m de longitud que debe gastar uniformemente $0^m,011$ de agua en su trayecto y $0^m,010$ en su extremo y por segundo, siendo la pérdida total de carga $6^m,32$.

3º Calcular la altura de un surtidor vertical alimentado por un tubo de 5900^m de longitud; $0^m,25$ de diametro; $0^m,030$ de gasto. El nivel de agua en el estanque se encuentra á 30^m del orificio del surtidor.

Soluciones.

1º Segun la ley de Dupuy tenemos:

$$\frac{l}{d^5} + \frac{l'}{d'^5} + \frac{l''}{d''^5} = \frac{L}{D^5}$$

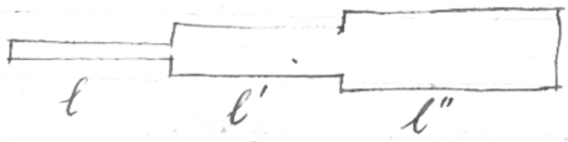
$$\frac{700}{(0,35)^5} + \frac{2000}{(0,40)^5} + \frac{1100}{(0,50)^5} = \frac{6000}{D^5}$$

Calculando el valor de cada una de las fracciones anteriores tenemos:

$$133277,8 + 195312,5 + 35200 = \frac{6000}{D^5}$$

$$D^5 \ 373790,3 = 6000$$

tubos por un solo tubo de 6000^m de longitud, conservando el mismo gasto y la misma desnivelación total.



$l = 700^m \qquad l' = 2000^m \qquad l'' = 1100^m$

$d = 0^m,35 \qquad d' = 0^m,40 \qquad d'' = 0^m,50$

2º. Calcular el diametro constante de un tubo de 5900^m de longitud que debe gastar uniformemente $0^m,011$ de agua en su trayecto y $0^m,010$ en su extremo y por segundo, siendo la pérdida total de carga $6^m,32$.

3º Calcular la altura de un surtidor vertical alimentado por un tubo de 5900^m de longitud; $0^m,25$ de diametro; $0^m,030$ de gasto. El nivel de agua en el estanque se encuentra á 30^m. del orificio del surtidor.

Soluciones.

1º Segun la ley de Dupuy tenemos:

$$\frac{l}{d^5} + \frac{l'}{d'^5} + \frac{l''}{d''^5} = \frac{L}{D^5}$$

$$\frac{700}{(0,35)^5} + \frac{2000}{(0,40)^5} + \frac{1100}{(0,50)^5} = \frac{6000}{D^5}$$

Calculando el valor de cada una de las fracciones anteriores tenemos:

$$133\,277,8 + 195\,312,5 + 35\,200 = \frac{6000}{D^5}$$

$$D^5\ 373\,790,3 = 6000$$

$$D = \sqrt[5]{\frac{6000}{373\,790,3}}$$

Tomando logaritmos y efectuando las operaciones

$$\underline{D = 0^m,44}$$

2º Tenemos la fórmula:

$$D^5 = \frac{64\, b_1\, L}{\pi^2\, y\, P} \left. \frac{Q^3}{3} \right|_{Q_1}^{Q_1+P}$$

En nuestro caso la fórmula anterior se convierte en:

$$D^5 = \frac{64 \times 0{,}000625 \times 5900}{(3{,}1416)^2 \times 6{,}32 \times 0{,}011} \cdot \left. \frac{Q^3}{3} \right|_{0{,}011}^{0{,}021}$$ Simplificando,

$$D^5 = \frac{0{,}0625 \times 59 \times 0{,}00000793}{(0{,}3927)^2 \times 6{,}32 \times 0{,}11 \times 3}$$

Tomando logaritmos

$5 \log D = \log 0{,}0625 + \log 59 + \log 0{,}00000793 - (2 \log 0{,}3927 + \log 6{,}32 + \log 0{,}11 + \log 3)$

Efectuando las operaciones:

$$\underline{D = 0{,}2\cancel{4}5^{m}}$$

3º Teoricamente el surtidor debia arrojar el agua a una altura de 30^m. pero hay que hacer correcciones por la pérdida de carga por rozamiento y por la resistencia del aire.

Para la pérdida de carga por rozamiento tenemos la fórmula:

$$y = \frac{64\, b_1\, Q^2 L}{\pi^2 D^5}$$ en éste caso se convierte en:

$$y = \frac{64 \times 0{,}000625 \times 0{,}0009 \times 5900}{3{,}1416^2 \times 0{,}25^5} = \frac{0{,}2124}{0{,}009672208} = \underline{21{,}96^{m}}$$

Este valor de y es para tubos viejos, si los tubos son nuevos:

$$\underline{y = 10{,}98^{m}}$$

La altura del surtidor, abstracción hecha de la resistencia del aire es: $H = 30^m - y$

Para tubos ~~viejos~~: $\underline{H = 8{,}04^{m}}$

Para tubos nuevos: $\underline{H = 19{,}02^{m}}$

Para la resistencia del aire tenemos la fórmula:

$H' = H - 0{,}01 H^2$. Efectuando las operaciones tene-

En nuestro caso la fórmula anterior se convierte en:

$$D^5 = \frac{64 \times 0{,}000625 \times 5900}{(3{,}1416)^2 \times 6{,}32 \times 0{,}011} \cdot \frac{Q^3}{3} \Bigg|_{0{,}011}^{0{,}021}$$ Simplificando:

$$D^5 = \frac{0{,}0025 \times 59 \times 0{,}00000793}{(0{,}3927)^2 \times 6{,}32 \times 0{,}11 \times 3}$$

Tomando logaritmos

$5 \log D = \log 0{,}0625 + \log 59 + \log 0{,}00000793 - (2 \log 0{,}3927 + \log 6{,}32 + \log 0{,}11 + \log 3)$

Efectuando las operaciones:

$$\underline{D = 0^m{,}245}$$

3º ~~Teóricamente~~ No el surtidor debía arrojar el agua a una altura de 30^m, pero hay que hacer correcciones por la pérdida de carga por rozamiento y por la resistencia del aire.

Para la pérdida de carga por rozamiento tenemos la fórmula:

$$y = \frac{64\, b_1\, Q^2 L}{\pi^2 D^5}$$ en éste caso se convierte en:

$$y = \frac{64 \times 0{,}000625 \times 0{,}0009 \times 5900}{3{,}1416^2 \times 0{,}25^5} = \frac{0{,}2124}{0{,}009672208} = \underline{21^m{,}96}$$

Este valor de y es para tubos viejos, si los tubos son nuevos:

$$\underline{y = 10^m{,}98}$$

La altura del surtidor, abstracción hecha de la resistencia del aire es: $H = 30^m - y$

Para tubos viejos: $\underline{H = 8^m{,}04}$

Para tubos nuevos: $\underline{H = 19^m{,}02}$

Para la resistencia del aire tenemos la fórmula:

$H' = H - 0{,}01 H^2$. Efectuando las operaciones tenemos:

Tubos viejos: $\underline{\underline{H' = 7^m{,}39}}$

Tubos nuevos: $\underline{\underline{H' = 15^m{,}40}}$ No

Luis Gurrochmarquina.

N.º 1

Escuela de Ingenieros

Sección Especial de Minas (1.er año)

Problema de

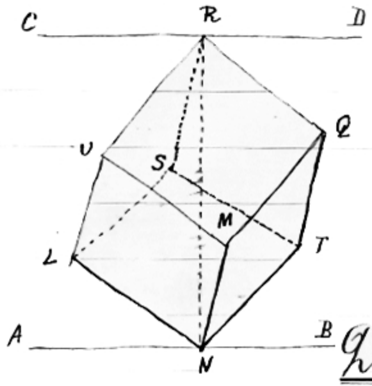
Hidraulica.

Lima, Junio 9 de 1890.

Luis Guillermo Marquina.

Enunciado.

Un cubo exactamente lleno de un liquido homogeneo, tiene dispuesta verticalmente una de sus diagonales.



Demostrar que la presión ejercida sobre las tres caras inferiores es doble de la que experimentan las tres caras superiores.

Demostración.

Como en éste caso la única fuerza exterior es la gravedad y la densidad es constante la ecuación de Hidrostatica será:

$$\frac{p}{\pi} + z = H$$

Tomemos AB por plano de comparación.

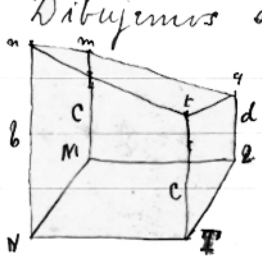
Sabemos que para determinar el plano de carga se toma un punto cualquiera en el liquido y se eleva una vertical igual á $\frac{p}{\pi}$; tomemos el punto R, en él $p = 0$. luego $\frac{p}{\pi} = 0$, porconsiguiente el plano de carga pasará por R y su traza con el plano de la figura será CD

Hemos visto que para calcular la presión en una pared plana; basta calcular el peso del cuerpo resultante de elevar perpendiculares en los vertices de la pared, y proporcionales á las presiones en dichos puntos.

Calculemos la presión sobre una de las caras inferiores; puesto que se hayan igualmente inclinadas, será la misma para todas ellas; lo mismo diremos de las caras superiores.

Llamemos: c la altura del plano de carga sobre los vertices inferiores L, T, M.; d la altura sobre los vertices superiores V, S, Q; b la diagonal.

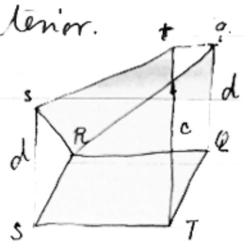
Dibujemos separado la cara inferior $MNTQ$ y levantemos perpendiculares proporciales a las presiones. El volumen $MNTQmntq$ será:



$$V_i = \frac{1}{6} a^2 (d + 4c + b)$$ multiplicando por π tendremos la presión sobre la cara

$$P_i = \frac{1}{6} a^2 (d + 4c + b)\, \pi.$$

Tomemos la cara superior RQTS y hagamos igual construccion á la anterior.



$$V_s = \frac{1}{6} a^2 (c + 4d)$$

$$P_s = \frac{1}{6} a^2 (c + 4d)\pi$$

Restamos tan solo ver si se verifica que: $P_i = 2\,P_s$ ó

$$\frac{1}{6} a^2 (d + 4c + b)\pi = 2 \cdot \frac{1}{6} a^2 (c + 4d)\pi \quad \text{---} \quad (\alpha)$$

simplificando:

$$d + 4c + b = 2c + 8d$$
$$2c + b = 7d$$

Pero $c = b - d$, luego:

$$2b - 2d + b = 7d$$
$$3b = 9d$$
$$\frac{1}{3} b = d$$

Esto podemos comprobar examinando la figura.

Puesto que se ha verificado la ecuacion (α) queda demostrado que $P_i = 2\,P_s$, que era lo que queriamos.

Lima, Junio 9 de 1890.

Nota 12

Luis Gmo. Marquina.

N.º 3.

E. E. de I. de C. C. y de M.

Problemas

de

Resistencia de Materiales

(Estática Gráfica.)

Lima, Julio 14 de 1890

Luis Gmo. Marquina.

J. L. Gómez S.

R el trabajo que se le quiere dar a la sección de la pieza po unidad de superficie; S sección de la pieza; P la fuerza que act segun la barra. De la fórmula anterior sacamos:

$$S = \frac{P}{R} \quad \text{y en nuestro caso:} \quad S = \frac{P}{6}$$

Tendremos así la sección en milímetros cuadrados.

El cuadro siguiente nos muestra los resultados obtenidos.

Barras.	Longitudes en m		Presiones en kg por 1mm²		Secciones en cm²
	Lgt en dibujo		Longt en dibujo		
	mm	m	mm	kg	cm²
10 – 35	22,25	4,450	224,00	44800	74,66
13 – 33	"	"	217,50	43500.	72,50
20 – 27	"	"	211,00	42200	70,33
22 – 24	"	"	203,50	40700	67,83
11 – 36	23,00	4,600	205,50	41100	68,50
15 – 31	"	"	176,50	35300	58,83
18 – 29	"	"	97,00	19400	32,33
23 – 25	"	"	127,00	25400	42,33
12-34-21-26	5,50	1,10	14,50	2900	4,83
16 – 30	11,00	2,20	28,50	5700	9,50
14-32-19-28	23,00	4,60	29,50	5900	9,83
17	69,50	13,90	86,50	17300	28,83

Las barras que trabajan á la tensión han sido dibujada con lineas delgadas; las que trabajan á la compresión con lin gruesas.

2º Podemos aplicar para esta armadura el método de Cremona, no ofrece ninguna dificultad.

Para las reacciones, secciones etc. haremos consideraciones análogas á las anteriores.

El siguiente cuadrito nos muestra los resultados obtenidos

Barras	Longitud en métros		Presiones en Kg por 1.mm		Secciones en cm²
	Longt en dibujo		Longtd en dibujo		
	mm	m	mm	Kg	cm²
10-37	22,25	4,250	167,00	33400	55,67
15-33	"	"	143,00	28600	47,66
19-29	"	"	119,00	23900	39,83
23-25	"	"	95,00	19000	31,67
11-38-13-35	20,12	4,024	151,00	30200	50,33
17-31	"	"	129,25	25850	43,08
21-27	"	"	108,00	21600	36,00
12-36	7,25	1,450	0	0	Arbitraria
16-32	15,00	3,000	8,00	1600	2,66
28-28	22,50	4,500	16,00	3200	5,33
24	30,00	6,000	69,00	13980	23,30
14-34	21,00	4,200	22,50	4500	7,50
18-30	23,50	4,700	25,00	5000	8,33
22-26	28,00	5,600	30,50	6100	10,16

Las barras 12 y 36 no trabajan, por consiguiente podemos darle una seccion cualquiera

Lima, Julio 14 de 1890

Luis Guño. Marquina.