

## SISTEMA DE LOS ANDES DE BOLIVIA.

REGION CULMINANTE SITUADA ENTRE 15° 50' i 18° 40' DE LATITUD SUR.

NOMBRE DE LOS CERROS.	ALTITUDES.	NOMBRE DE LOS OBSERVADORES.
Jllimani	6509	Pissis
Nevado de Sorata o Ancohun	6487	Genttand
Cerro de Saajama	6414	Pissis
Huaina Potosi	6084	Id.
Volcan de Arequipa	5600	Penttand
Cerro de Sepultura (cerca de Oruro)	5333	Pissis
Cerro de Wilacota	5372	Id.

## SISTEMA DE LOS ANDES DE QUITO.

REGION CULMINANTE SITUADA ENTRE 0° i 2° DE LATITUD SUR.

NOMBRE DE LOS CERROS.	ALTITUDES.	NOMBRE DE LOS OBSERVADORES.
Chimborazo	6530	Humboldt
Cayambe	5954	Id.
Antisana	5833	Id.
Cotopaxi	5753	Id.

### *MEMORIA sobre los caminos en Chile.*

#### DISCURSO DE RECEPCION DE DON FRANCISCO VELASCO INJENIERO CIVIL.

Entre los elementos que mas poderosamente promueven el bien público i desarrollan la riqueza de las naciones, las vias de comunicacion ocupan con justicia, uno de los mas señalados e importantes lugares.

Efectivamente, en la apertura de cada una de ellas hallan los pueblos mil ocupaciones; mil industrias productivas, de las que la laboriosidad i la intelijencia obtienen un seguro i feliz porvenir.

Apartando las vias de comunicacion los obstaculos que se oponen a la fuerza expansiva i bienhechora del comercio, abren al trabajo anchas venas de riqueza inagotable. La agricultura despues de embellecer con su mano fecundante los pueblos de cuya vida cuida, enderezará su marcha pacifica al desierto. La Industria, fiel compañera de la Agricultura, seguirá su huella por doquiera; i mientras que esta convierte en prados, bosques i jardines los áridos i calientes arenales que a su paso encuentra, aquella escala las mas altas montañas o desciende a los valles mas profundos, para recoger algun producto que constituirá, talvez, el orijen o adelanto de una ciencia de vital importancia para el hombre.

Cuando la Industria, la Agricultura i el Comercio se hallen estrechamente ligados por un sistema adecuado de vias de comunicacion, las naciones subirán con paso firme la difícil escala que conduce asu grandeza i esplendor.

Para esplicarnos claramente la accion que las vias de comunicacion ejercen en el adelanto social, como son la base sobre que se apoyan esas tres poderosas columnas

de la humanidad, la agricultura, la industria i el comercio, retrocedamos un momento para considerarlas en su infancia.

Los primeros cuidados a que el hombre tiene que entregarse así que existe, son de proporcionarse sustento a la vida necesario. En el cultivo de la tierra halla la satisfacción de esta necesidad, pero otras, no ménos imperiosas, le aconsejan por la naturaleza de ellas, buscar los medios de tenerlas fuera de los productos del suelo que trabaja. Las sensaciones dolorosas que experimenta su cuerpo al contacto inmediato de otros que le son rivales, el sofocante ardor con que el estio le abraza en la desnudez en que se encuentra, lo compelen a proporcionarse un hábito cualquiera que lo libre de tanto sufrimiento. Para conseguirlo, es menester recurrir a la fabricacion de alguna tela. Así el hombre en busca de su alimento se hace indispensablemente agricultor, i para subvenir a tantas diversas necesidades como siente o experimenta en la vida, industrial.

Si cada individuo tuviere que entregarse a las atenciones que le demandan a la vez, la industria i la agricultura, lejos de quedar sus esfuerzos coronados por la abundancia, llegarían a ser insuficientes aun para atender a sus primeras exigencias. El trabajo i atencion que preste a un ramo, se hará sentir en la decadencia consiguiente del otro. Al contrario: si el hombre puede entregar todas sus fuerzas i su tiempo a un solo ramo, seguro de obtener los productos del otro, que constituyen o bien la industria o la agricultura, sus progresos serán de mas a mas crecientes. Mientras que el uno posee los medios de subsistir, el otro consigue los que le ponen a cubierto de los males i dolores que pusan sobre su raza. De aqui el origen del cambio o del comercio i por consiguiente de las vias de comunicacion. Desde que el agricultor cambia el sobrante que le deja anualmente su trabajo por los del industrial, i este los suyos por los de aquel, cada cual, se empeñará por su parte en recojer mayor cantidad de productos, a fin de hallarse en aptitud de conseguir proporcionalmente aumentado el de los objetos que motivan su cambio.

El agricultor arriba a este resultado por dos medios diferentes.—O bien dilata los limites de un suelo para tener mayor superficie que someter a su labranza, o bien mejora los medios de cultivo.

De la misma manera puede el industrial aumentar el número de sus artefactos: ya sea ensanchando la esfera de su taller, o ya creando máquinas i elementos de accion mas poderosa.

En el primer caso el agricultor invade necesariamente el desierto, conquistando para la sociedad territorios que solo fueran del dominio de las fieras. El industrial con el aumento de trabajo reúne en torno suyo mil familias que en union de los agricultores pronto formarán una grande i poderosa nacion. En el segundo se vé distintamente el papel que desempeña la intelijencia, la que, secundada por las ciencias que ella misma cria i cultiva, pone en manos del hombre, el dominio del mundo.

Pero si suponemos a la industria i agricultura privadas de vias de comunicacion, nos convencemos sin trabajo de que ambas seguirian sin cesar retrogrando hasta perderse en la nada. ¿Que objeto, que interes tendria el productor de cualquiera especie en acopiar de ella mayor numero, si la fatiga a que por ello se somete, no le produce si no la triste conviccion de la inutilidad de su improbo trabajo? Es claro que cerradas las vias que facilitaban el cambio de los productos de la agricultura por los de la industria; separada esta de los recursos que le ofrece aquella, no tendria medios de existir i de consiguiente abandonaria un suelo donde no encontrara sino desolacion i muerte. Del mismo modo que la agricultura sin el apoyo de la industria tendria que devolver al desierto los campos que a fuerza de trabajo le hubiera arrebatado.

Jeneralmente se admite la idea de que las vias de comunicacion pueden mirarse

Las dimensiones que la lei señala a estas dos clases de caminos, están consignadas en los artículos 21, 22 i 37.

Art.º 21. El ancho de todo camino público que corra por cerros o cuestras será de diez i seis varas de claro.

Art.º 22. El pase por terrenos planos tendrá veinte i seis varas de claro i cada orilla o costado una zanja o foso de dos varas de hondo i dos de profundidad.

Art.º 37. Los caminos vecinales tendrán cuando ménos, diez i seis varas de ancho.

La simple indicacion de la anchura que la lei fija a los caminos públicos, que corren por cerros, basta a demostrar sus defectos. Si estrictamente se cumpliera su sentido literal, todos los fondos de que el Supremo Gobierno pudiera disponer para el adelanto de este ramo, serian insuficientes e incapaces de llenar una parte siquiera de nuestras necesidades. Diez i seis varas de claro en el cerro, con mas la anchura de la zanja que recibe las aguas del camino i de la parte de cerro que lo domine, mas la distancia a que debe colocarse esta zanja del escarpe, forman cuando ménos una estension de diez i siete varas.

Nuestras carretas tienen cuatro varas, poco mas o ménos de uno al otro extremo del eje, de manera que, dando de ancho a los caminos en cuesta, dos veces la longitud del eje de las carretas, mas una vara para la zanja, otras dos de ellas para que dos puedan encontrarse libremente i sin peligro de llegarse demasiado al demandante, tendremos que once varas para los caminos de esta clase, es cuanto puede apetecerse. ¿Qué ventajas se obtienen con el exceso de seis varas en las diez i siete que tacitamente señala la lei a estos caminos?—¿Qué puedan andar tres, cuatro carretas a la vez, sin estorbarse mutuamente? Es evidente que la legislatura jamas tuvo presente semejante consideracion, pues, desde que se apartasen sus miras de lo necesario, igual razon habia para que en lugar de tres o cuatro, fuesen seis, ocho o diez las carretas a que el camino debiera ofrecer el espacio suficiente para que hicieran su marcha juntas. Lo que en mi concepto se ha querido prevenir, son los accidentes que ordinariamente se pueden ocurrir en un camino, obstruyendo mucha parte de él; como ser la fractura de alguna carreta, la caida de un peñazco, o la descomposicion del suelo por efecto de las lluvias o del rodado mismo. Mas estas ventajas, no pueden venir, sino del mayor o menor cuidado que se preste a la conservacion de los trabajos ejecutados: ventajas, de las que si goza un camino de diez i siete varas con mayor fundamento disfrutará otro de once; i al paso que en este, los gastos de conservacion se hacen con mucha mas economía, en el de diez i siete varas, nunca se podrá justificar el exceso inmenso de los que ocasiona el desmonte de seis varas en el grueso del cerro. Los números pondrán de manifiesto esta verdad.

Supongamos un trozo de camino en cuesta con mil varas de longitud, diez i siete de ancho i una pendiente en la falda de 25°. El volúmen encerrado por estas dimensiones es de 67384.4 varas cúbicas.

Considérese el mismo trozo de camino con once varas en lugar de diez i siete de anchura, i hallaremos que su volúmen es de 28211.6 varas cada una. La diferencia entre estos números es de 38169.8 varas de otro modo. Cuando 67384.4 varas de desmonte procedente de una anchura de 17 varas allanan un camino de mil, si la anchura fuere de once, la distancia allanada del camino subiria 2388.4 varas.

Si la anchura que la lei prescribe a los caminos en cuesta, es tan excesiva como creo haberlo demostrado, la que señala a los caminos planos no me parece abultada; sin embargo, las rebajaria a 24 que podrán distribuirse de una manera ventajosa i económica. Con 12 varas que se diese a la calzada fuera de los suburbios de las poblaciones, habria el espacio suficiente para el carreteo. El complemento a 24, ocupando los costados por mitad, servirian para la construccion o apertura de los fosos; para

acopiar i elaborar si fuere necesario el material de construccion; para la plantacion de árboles i colocacion de los pirámides leguarios o indicadores inherentes a un trabajo bien acabado.

Por la configuracion del territorio una parte de nuestros caminos públicos forman una larga linea angulosa que recorre la República de Sur a Norte, en cuasi toda su extension, de cuya linea se desprenden hácia el occidente otras, que dan comunicacion a las capitales de las Provincias o de los Departamentos, con los puertos mas cercanos. Asi la primera como las otras lineas que constituyen el plan o conjunto de nuestras comunicaciones, se hallan continuamente detenidas, ya por los rápidos i numerosos rios que desprendiéndose de la gran cordillera de los Andes, corren a depositar en el Pacifico sus aguas, o por las cerrañas que unas veces de Oriente a Poniente i otras de Norte a Sur cruzan nuestro suelo.

A los inconvenientes con que la naturaleza ha querido oponerse a la libre circulacion de todas estas vias, los particulares han juntado otros que aunque no de tanto bulto como los arriba designados, no por eso son ménos capaces de desanimar al viajero mas osado. ¿Entra en los proyectos de un propietario circumbalar un terreno de estension indefinida? —Uno, dos i tres caminos públicos atraviesan por el centro, que dando valor i estimacion asi a los productos como al suelo que recorren, se oponen al cumplimiento de sus miras. Pero el propietario pensó que ganaria mas cerrándolo, i a poco tiempo una tapia o cercado, con unos cuantos árboles cortados, indican al transante que en adelante es dupla o tripla la distancia que tiene que vencer con todas las sinuosidades i peligros i desagradados que le presentan las laderas límites de un valle entero.

El camino público es el desagüe natural que el propietario tiene para recojer las vertientes de todos sus regadios.

Sin embargo de no ser mi propósito hacer el análisis de la Lejislacion de caminos, de la que por otra parte se ocupa el Supremo Gobierno en estos dias, he creido necesario ántes de pasar a examinar los principios de direccion i construccion de caminos, llamar la atencion del honorable cuerpo a los hechos que dejo mencionados, convencido de las fatales trascendencias que sus repeticiones traerian al pais.

La situacion que ocupe un camino ejercerá sobre el comercio, una accion marcadamente vital; en consecuencia conviene prestarle toda la atencion que nos reclama su elevado objeto.

Cuando un camino es de corta estension, pocas o ningunas son las dificultades que ofrece al fijar su direccion competente; pero a medida que la longitud crece, las dificultades siguen en rápida proporcion.

La economía en la construccion i reparacion de los caminos públicos, pone a la nacion en estado de emprender nuevas i mayores construccioncs i de hacer participar a todas sus poblaciones de los mismos beneficios. Esta idea es bastante por sí misma para demostrar cuanto importa a los intereses del comercio, se miren los gastos que la nacion haga en la creacion i conservacion de sus vias de comunicacion, con el mas rijido i escrupuloso cuidado. Pero tambien esta economía ha de circunscribirse i estrecharse a ciertos límites: pues, podria suceder que por evitar obstáculos que exigieran el desembolso de fuertes cantidades para su allanamiento, se ocurriera a desarrollos cuya estension o naturaleza, desviase la linea de su objeto primordial, haciéndola inútil o por lo ménos insuficiente para secundar los intereses del comercio. En semejante alternativa, es menester un estudio profundo de las localidades i no perder nn solo instante de la vista una consideracion al tiempo de examinar la otra.

Con el conocimiento cabal de la topografía del terreno que abraza un proyecto, se llegará a fijar la posicion de ciertos puntos por los que necesariamente deberá tocar

la delineacion. Estos puntos llamados comunmente de Sujecion, son los que determinan por decirlo así, la posicion jeneral de una línea.

Las consideraciones que preceden a su eleccion, pueden reducirse a tres, i son:

- 1.<sup>a</sup> Que la línea que demarcan se recorra en ménos que otra cualquiera;
- 2.<sup>a</sup> Que reúna la suma de probabilidades de crear o servir a poblaciones o focos de aglomeracion mercantil que pudieran erijirse o nacer en las ciudades, lugares o campos que atraviere;
- 3.<sup>a</sup> Que su apertura i conservacion se hagan con el menor gasto posible.

Tales son las bases, bajo las cuales, puede en jeneral formularse el proyecto de un camino. Bien entendido que estas consideraciones no deben jamas mirarse sino bajo un punto de vista jeneral, porque el detalle de un proyecto de esta naturaleza, no es un problema de los que pueden reducirse a principios fijos e invariables.

Llábase *eje* o *directriz* de un camino, la línea que dividiendo su anchura en partes iguales lo recorre en toda su estension.

La seccion dada al camino por un plano perpendicular al eje, demuestra las partes que lo constituyen, i son: para el camino plano, un arco de círculo o el segmento de una elipse: el primero queda determinado por los dos puntos extremos de la seccion o anchura de la calzada i por la altura que se asigne a esta: si su forma exterior fuera elíptica, conoceremos los semi-ejes; el mayor en la mitad de la anchura i el menor en la altura de la calzada. A los lados de la curva, se harán fosos de diferentes dimensiones; las cuales dependen de la naturaleza del terreno i del caudal de aguas a que tuvieren que dar cabida: su forma es, ordinariamente la de un trapecio.

Para un camino en cuesta, las partes que manifiesta la seccion perpendicular al eje, son:—Una línea recta inclinada hacia el cerro; un foso semejante a los de caminos planos, i finalmente el escarpe. La inclinacion de esta línea sobre el foso ha de ser siempre mayor que la del eje sobre su proyeccion horizontal, a fin de que las aguas, no corran jamas siguiendo la direccion de este.

No se limita la seccion perpendicular al eje a demostrarnos únicamente las formas exteriores de un camino, ya sea en plano o en cuesta, sino que nos da cuenta detalladamente de todas las obras que en ellos se ejecuten.

A esta seccion se da el nombre de perfil transversal.

Conociendo este elemento, podremos decir, que un camino, es la superficie enjendrada por el movimiento de su perfil transversal paralelamente así mismo, recorriendo todos los puntos de la directriz.

La posicion de un camino queda determinada por la Directriz i su proyeccion orizontal.

La mayor inclinacion que la experiencia permite a la directriz sobre su proyeccion horizontal para los caminos en cuesta, es de 5.<sup>o</sup>, esto es si la longitud fuere de poca estension; pero en distancias de consideracion, no se pueden dar mas de 3.<sup>o</sup> 30'. Esta inclinacion se da a partir de la base de la montaña: teniendo entendido que a medida que la fuerza muscular del animal de tiro, se va debilitando vaya disminuyendo la pendiente, a fin de equilibrar las fuerzas gastadas, con la disminucion de esfuerzo, primero tantos minutos, en seguida cuantos, de tal modo; que al llegar la carretera a la cresta de la montaña, la pendiente de la directriz, haya llegado al mínimum, que nunca será ménos de 2.<sup>o</sup> sin esponer la línea a un desarrollo excesivo e inútilmente prolongado.

Debe huirse todo lo que el terreno permita en los caminos en cuesta, de hacerlos cambiar repetidas veces de direccion, formando ángulos entrantes i salientes, movimiento que lleva el nombre de zig-zag, porque al encuentro de cada uno de los ángulos que hace la directriz, la locomocion pierde una parte de su fuerza útil, i ademas obra sobre el suelo una destruccion permanente. Si es conveniente evitar que la

directriz separe su jiro de la línea recta, con mucha mas razon que debe prohibirse que alternativamente suba i baje.

Siendo indispensable que la directriz cambie de direccion, como efectivamente lo es, debe cuidarse que el movimiento se opere segun el ángulo mas obtuso que permita trazar la localidad; pero en este como en los demas casos en que el ángulo tenga forzosamente que ser agudo, el movimiento deberá efectuarse segun un arco de circulo, de parábola o de elipse tanjente a los lados del ángulo.

Mientras que las ruedas de un carro cualquiera siguen una direccion rectilínea, los efectos que obran sobre la carretera son los causados por el rozamiento i la presion; pero el punto en donde esta cambia, tiene que resistir no solo a la presion i rozamiento, sino que juntas i combinadas en un mismo punto, efectuan su destructora accion, en el suelo, de la misma manera que el barro sobre la madera. En este movimiento una de las ruedas describe un arco de circulo, al piso que la otra sin cambiar de posicion, jira sobre sí misma, ocasionando males de tanto mayor bulto, cuanto menor sea el ángulo de la directriz.

Se remedia en partes este inconveniente, primero, por el brazo de una curva que debe seguir la directriz, i despues por la forma que se dé a la superficie del camino. La curva como llevo dicho deberá ser un arco de circulo, parábola o elipse, i la forma de la superficie, tal, que facilite el movimiento de la rueda sobre la cual se opera, paralizando el de la otra, de manera que insensiblemente i sin esfuerzo, vuelvan las dos a tomar su marcha rectilínea.

Varios son los métodos o sistemas que sucesivamente se han empleado para la construccion de un camino.

El Imperio Romano poseyó grandes caminos cuya construccion lleva el sello de sus obras i de su época inmortal. Empezaban por nivelar el suelo sobre que se debian asentar los primeros fundamentos: una capa de mortero recibia la primera hilada de piedra escogida de cantera de mas que mediano porte: otra capa del mismo material llenaba los vacios de la primera hilada i servia de asiento a la segunda de inferior tamaño, i así sucesivamente hasta llegar a la superficie.

En la colocacion de las piedras, llevaban su prolijidad i cuidado hasta asentarlas en la misma posicion que tuviesen en la cantera. El espesor que daban a lo que se llama la calzada pasa de cuatro pies ordinariamente. Per consiguiente, basta mensurar este masiso i recordar la escelencia de los morteros Romanos para formarse una idea de la duracion eterna de sus obras.

Pero no se detiene en la fuerza i solidez la magnificencia i esplendidez de los Romanos; han querido que sus grandes caminos, siempre dispuestos en el estado de paz a ver circular por ellos las mercaderias que iban i venian a la capital del Imperio de los puntos mas apartados de sus conquistas, i en el de guerra a facilitar el transporte de sus numerosas lejonas i trenes de guerra, presentasen por do quiera todas las comodidades apetecibles. A orillas del camino, un piso de la misma naturaleza que el de la calzada, levantado i cómodo, fuera del contacto de carros i caballerias, estaba destinado para los viajeros de a pié: vistosas i salidas pirámides equidistantes, reglaban la marcha de las tropas o de los caminantes de otro jénero: hermosas i multiplicadas fuentes neutralizaban las fatigas de un largo viaje o los ardores de un sol de estío. En fin, casas-posadas, bajo la vijilancia del Gobierno i a disposicion de los ejércitos o del comercio, completaban el cuadro de sus magnificos caminos.

Habia tres especies de trabajadores: 4.º Los Lejonarios o soldados del ejército: 2.º Trabajadores a salario, finalmente la 3.ª clase de trabajadores la componian los prisioneros de guerra i criminales.—De nuestra época son notables los trabajos de Inglaterra, trabajos que no cuentan, es verdad, mas que 30 o 34 años de existencia ántes de cuyo tiempo los caminos públicos de la Gran-Bretaña no estaban en estado de

halagar el orgullo nacional. Cotidianamente las diligencias, i carros de transporte eran detenidos por la completa descomposicion en que se encontraban las vias de comunicacion. Parece que la Inglaterra en gran parte debe la mejora de ellas al Inspector Mr. Jean Loudon Mac-adam que tuvo la idea de sustituir a todos los métodos de composicion que a la sazón se practicaban, el de la piedra partida, que sin haber entrado a gozar la denominacion de sistema, se habia empleado con igual éxito que aquí, por los Ingenieros franceses en la carretera del Simpton i talvez en otros puntos.

Mac-adam tuvo la suerte no solo de popularizar este método sino de que se adoptase sistemáticamente por el Parlamento, dictando este cuerpo por el año 1819 ordenanzas i reglamentos en conformidad de las instrucciones que le produjeron los informes tomados ya del mismo Mac-adam como de muchos ingenieros civiles i otras personas a cuyo cargo se hacian trabajos de esta especie.—El estado brillante de los caminos de Inglaterra, justifica sobradamente la adopcion del sistema a la Mac-adam, que sencillamente consiste en no emplear otro material que piedra partida a martillo, cuyo mayor peso no pase de 6 onzas; en estenderlo sobre un suelo medianamente arreglado o nivelado con el espesor de diez pulgadas a lo mas i una convexidad pequeña, pero suficiente para el libre escurrimiento de las aguas.

Para los ingenieros i constructores ingleses así como para los gobernantes un camino recientemente acabado no es un motivo de descanso i abandono, sino que al contrario prestan a su conservacion una vijilancia i actividad, que mas que todo es lo que asegura la perfecta viabilidad de ellos.

En Paris se emplea con algun éxito el uso de la piedra grande para empedrados, piedra que extraen de Fontainebleau, i da ocupacion, a un número considerable de familias.

Los esplotadores de las canteras de Fontainebleau, arrancan primero de las grandes masas de arenisca, trozos que bajo el pico del cantero se dividen i presentan, aunque toscamente, la figura de un paralelepípedo: así preparados, pasan a los almacenes de depósito con marcas que indican su naturaleza, hasta que conducidos a Paris, i en manos de los obreros picadores, pulen i regularizan sus caras, rectifican sus aristas i cincelan sus ángulos o esquinas.

El uso les ha señalado por dimensiones de 0.<sup>m</sup>16 a 0.<sup>m</sup>20 centímetros por cualquiera de sus caras con solo un pequeño decrecimiento a la inferior.

Sin embargo de la facilidad i maestria con que los obreros extraen esta piedra, la esquadran i pulen, sin embargo del bajo precio de su transporte, haciéndose este regularmente por agua, no les cuesta ménos de un franco cada una.

Entre nosotros tambien se ha hecho uso de la piedra grande para la consolidacion de caminos; pero no canteada ni pulimentada, sino con los mismos ángulos que saca del cerro.

En el año 46 ejecuté una calzada con piedra de 7 a 10 pulgadas del cerro Blanco. Principié por hacer nivelar la anchura del camino i uniformar la pendiente lonjitudinal del eje. En seguida, se extendió la piedra a mano i una a una se asentaba de manera que tuviese la mayor parte de sus caras en inmediato contacto, tanto con el suelo, como con las demas piedras de los lados. A las orillas, se elevaban dos hileras de dobles dimensiones, para servir de estrivos a la bóveda del medio; a la primera capa, seguia otra que se ligaba con la anterior fuerte i tenazmente, a favor de las puntas que sobresalian i de los vacios que quedaban entre ellos. Las piedras de esta segunda capa, tendrian de 4 a 7 pulgadas, i se daba con ella la convexidad al camino, cuya curvatura, era segun un arco de círculo con 9 pulgadas de flecha i su cuerda de 18 varas. Se terminaba la obra, acuñaudo a martillo con mango de palo, pero de dos a tres libras, todos los vacios e intersticios que se manifestaban, cubriendo el

todo, con piedra molida de una pulgada.—Este método, sumamente costoso no ofrece estabilidad ninguna a la calzada, por lo ménos, en proporcion a los gastos, esmero i prolijidad que exige para su confeccion; i no puede suceder de otra manera, pues si se atiende a que la fuerza con que están trabadas entre si las piedras de una capa i la que añade la ligazon de las dos juntas, es infinitamente menor a la que ejerce sobre la calzada la presion de 25 a 30 quintales en un solo punto, término medio, de la mitad del peso de una carreta cargada.

Al pasar la rueda de una carreta sobre una piedra, que en razon de su tamaño debe presentar muchas veces un punto o una línea fuera de su centro de gravedad, es claro que la falta de apoyo superior a la fuerza imprimida por el peso de la carreta, hará cambiar su posicion que ántes ocuparan las caras de la piedra.

Desalojada la piedra de su posicion primitiva, ya se comprenderá la marcha que deberán seguir las demas.

Tambien se ha tratado de construir caminos carreteros, con piedra grande de un modo sumamente económico, pero cuyos resultados se verán en la marcha del trabajo.—Se estrae la piedra del cerro desde el tamaño de uná nuez hasta de 16 i 20 pulgadas por todos sus costados. Las carretas que las conducen descargan sobre el suelo que va a consolidarse, las mas grandes ocupan el eje del camino, las otras son extendidas sin mas orden i cuidado que para formar un ángulo diedro, cuya arista sea el eje, i sus caras, las dos veredas que se inclinan sobre los costados. Luego se cubre el todo con tierra de los fosos, jeneralmente gredosa, en la línea a que me refiero.

En verano, i lo mismo el primero que los demas años, este camino presenta una superficie erizada que amenaza romper i destruir cuanto pase sobre ella. Pasarla en invierno es una empresa casi superior a nuestras fuerzas.

Las carretas se descuelgan de la parte superior de las enormes piedras, verdaderos peñascos, para hundirse en profundos i espantosos barriales, de donde si salen estan con una rueda ménos, o cuando no, la pérdida completa de su carga.

Entre nosotros los sistemas de construccion deben variar como el clima i suelo. Las precauciones que tomamos con el objeto de mantener constantemente seco un camino, serian importunas e inútiles en el norte; al paso que nunca haremos demasiado por apartar el agua en que nadan los del sur.

En el norte, a partir de la provincia de Aconcagua, bastaria mantener pareja i uniforme la superficie los caminos, haciendo uso únicamente, de los materiales que estuviesen mas a mano, cuidando sí, de no emplear la greda i otros que se descomponen con cualquiera cantidad de agua.

Tambien recubriria con materiales adherentes por su naturaleza los caminos que atraviesan arenales.

En el mediodía, esto es, entre Aconcagua i la provincia de Concepcion, puede aprovecharse el cascajo de que abunda el suelo en su mayor parte, purgándolo escrupulosamente de la tierra que contiene i no empleando piedra ninguna que pase de dos pulgadas.

Lo primero se consigue pasando el cascajo a la estera, una, dos i mas veces si la tierra fuera mui adherente i no se desprendiese con facilidad de la piedra. Lo segundo, haciendo uso del rastrillo de los dientes de fierro, guardando entre ellos una distancia de dos pulgadas, con el cual se entresaca toda la que pase de estas dimensiones. Bien entendido que debe evitarse el empleo de la piedra redonda que pronto rueda a los costados del camino dejando desnuda la calzada.

La piedra angulosa o partida que recibe la presion de las ruedas enyantadas se muele i pulveriza en las partes que presenta de contacto i este mismo polvo sirve de cimiento o argamasa para unirlas i fijar definitivamente su colocacion. De ma-

nera que llenándose de este modo todos los intersticios, viene a quedar con el uso, una superficie impermeable, suave i sin esfuerzo al rodado.

Ya proceda la piedra con que se forme la calzada, de minas de cascajo, o de canteras, el mecanismo de su colocacion en el camino es como sigue.

Elaborado el material hasta el estado de servicio, se apilará fuera de la parte en donde se va a estender i en cantidad proporcionada a la de consumo. En seguida se igualan en altura las orillas del camino, haciendo que el centro tome con el desmonte aproximativamente la figura o curva que se fije a la calzada. Designados los costados de esta última, se extenderá una capa del material preparado despues de haber rociado la base que era formada o de tierra suelta de los costados o picada en el mismo sitio. Si se tienen dos dimensiones de piedra, diferentes, las mayores deben ocupar este lugar.—Despues que el rastrillo las haya estendido i emparejado, se colocará la segunda i última capa, en la que se rectificará con precision la convexidad elíptica o circular que se establezca en el perfil.

Cada día debe empezarse el trabajo a continuacion del anterior, cuidando de ligar perfectamente uno con el otro, i no tomar mas estension que la que se acabare en el día. Los trabajadores suelen dividirse en cuadrillas de 15 hombres: cada cuadrilla bajo la inspeccion de un cabo o sobrestante, i los 15 se subdividen en porciones de 3, uno para conducir a carretilla el material de los costados al centro, otro para estenderlo a rastrillo del espesor espesado, i el tercero para retirar las piedras que pasen de las dimensiones prescritas o para auxiliar a cualquiera de los dos que se hallare mas cargado de trabajo. El sobrestante hará continuas verificaciones de la curva con el nivel, que para el objeto llevará cada uno de su empleo.

Inmediatamente de concluido así el trabajo, se le entregará a la vijilancia del caminero, que debe estar provisto de los útiles siguientes:

Una carretilla de mano; un zapapico o en su defecto una barreta; una pala de fierro; un rastrillo i un nivel de los que llevan los sobrestantes.

El caminero cuidará que el tránsito se reparta en toda la calzada poniendo estorbos en el día, sobre aquella parte que frecuenten mas las carretas. Deberá tener a orillas del camino piedra molida, presta a emparejar los carriles que forman las ruedas al pasar repetidas veces sobre la misma línea; para reforzar todos los puntos que le señale el nivel han sufrido alguna baja o undimiento.

Al poner material nuevo sobre la calzada, el caminero picará un espacio algo mayor que el que haya que reparar, i que rociará tambien a fin de que dicho material tome cuerpo i se una fuertemente al resto de la obra. Tampoco perderá de vista los fosos i acueductos de desagües; pero contraerá su atencion con especialidad a esta parte del camino todo el tiempo de las lluvias.—La distancia que debe estar bajo la inspeccion de cada caminero, puede ser tan variable como la naturaleza del camino, dureza de los materiales etc. Al director de la obra toca señalarla de modo que mas bien le falte que sobre el trabajo al encargado.

Por muy crecido que sea el número de camineros, estando distribuidos convenientemente en las obras ejecutadas, nunca serán onerosas a los fondos de caminos. Al contrario, el exacto desempeño de su cargo, hará que la carretera que sin ellos debiera repararse o cargarse de materiales totalmente cada tres años, con su constante vijilancia, este trabajo se alargará a ocho, diez i doce años: el tránsito se hará sin interrupcion con comodidad, reguridad i a precios infimos: el Erario habrá hecho desembolsos cuasi desapercibidos, en lugar de gastar de una vez, sumas diez veces mayores que todas las empleadas año por año en la conservacion de trabajos públicos, i en fin, al cabo de algun tiempo, puede contar en los caminos igual número de hombres honrados i laboriosos que serán otras tantas garantías del orden público.

Los trabajos en el cerro llevan una marcha distinta.

El Injeniero principiara por allanar toda la linea o por partes segun juzgue per conveniente, i con una vara de ancho, en cuya vara hara todas las correcciones i rectificaciones a que dan lugar los defectos inevitables de la ejecucion.

En la alineacion entre dos puntos consecutivos, es imposible que los trabajadores conserven la direccion o inclinacion del eje, i una vez defectuosa esta linea que los dirige en sus trabajos, la obra entera se resentiria de los mismos i aun mayores inconvenientes.

Toca tambien al Injeniero, al tiempo de este trabajo, trazar i ejecutar las curvas que debe darse al camino en los cambios de direccion al eje. En una palabra, solo puede dejar al cuidado del Inspector la ejecucion del desmonte hasta completar la anchura designada para el camino.—Asi que haya señalado el ara i distintamente todos i cada uno de los trabajos de la linea, el directivo queda reducido a la perfecta union i prolongacion de la base establecida.

Los trabajadores como en los terrenos planos, pueden dividirse en cuadrillas de 15 hombres; pero señalar el trabajo que cada uno debe hacer en el cerro, es algo mas complicado.

En unos puntos diez barretas no alcanzan a desmontar en un dia lo que pueden transportar en la mitad del tiempo cinco carretillas, i vice-versa.—Sin embargo es económico formar una cuadrilla o porcion de cuadrilla compuesta de dos barretas i de las carretillas que aconseje la blandura o dureza del cerro que se desmonta. Dos barretas hacen mucho mas en combinacion i unidas que separadamente. El sobrestante deberá llevar tambien un nivel para el arreglo del perfil transversal.

Para la construccion de los fosos i acueductos de desagües, debe tenerse presente, no solo la cantidad de agua que caiga sobre la superficie del camino, sino tambien i muy principalmente la que proceda de los cerros que lo dominen. Debe cuidarse que jamas pueda correr el agua por la superficie del camino siguiendo la direccion del eje, mal que ordinariamente se verifica a favor de los carriles que el pasaje de las ruedas forman.

La pendiente transversal i ácia el escarpe que se dá a los caminos en cuesta, superior siempre a los de la directriz, tiene por objeto prevenir este daño, ademas aleja el tránsito de la orilla del desmonte, cuya proximidad es demasiado peligrosa a las carretas.

El trabajo para terrenos húmedos i pantanosos, difiere de lo que debe ejecutarse sobre suelo seco, en que ántes de hacer como en éstos, uso de la piedra partida, debe dársele la consistencia necesaria para que no se pierda el material inútilmente.

Con estacones de madera carbonizadas de una vara de alto poco mas o menos, que no bjen de 9 pmtgadas de diámetro, se puede obtener este resultado con grande economía i seguridad.

Segun sea la consistencia o liquidez del suelo, los estacones se aclaran mas o menos próximos, principiando esta operacion por las orillas, pero a distancia uno de otro que permitan paso al agua que la compresion de los que mas tarde se clavarán en el interior hará salir a los costados. Para la orilla se escojerán los palos mas largos i robustos a fin de que, clavados con tal inclinacion ácia el camino, puedan servir de sosten a la calzada.—Los estacones del medio deben situarse segun diagonales al cuadrado que se formase con la anchura del camino. Otras obras suelen ejecutarse en los caminos que si no forman una parte integrante de ellos, sirven al ménos de consuelo i comodidad al fatigado caminante.—Una hilera de árboles a la parte exterior de cada foso del camino, colocados a distancias proporcionadas de su ranaje, de tal modo que no impidan la libre circulacion del aire i que la sombra proyectada sobre la calzada sea siempre interrumpida, a fin de no conservar humedades sobre

como uno de los motores o causas principales del adelanto humano: idea de cuya exactitud hai tantos comprobantes, cuantas son las naciones que ocupan en el mundo un puesto distinguido i eminente. Mas para que tal progreso deje la marcha pesada i vacilante que le vemos seguir en muchos puntos, es menester tambien que sean buenas i en estado de viabilidad, de manera que los gastos de transporte sean insensibles al comercio.

En el estado normal de dos plazas mercantiles, el valor de las especies que forman su comercio se mueve dentro de limites que mantienen un equilibrio razonable entre los intereses del consumidor i productor.

El número de mercaderías que se mueven de un punto a otro, sube o baja en relacion a las oscilaciones que experimentan sus precios. A una alta de este, el productor se afaña por multiplicar sus remesas; pero el consumidor solo toma de ellas, la cantidad que absolutamente necesita.

Abundan las mercaderías que ántes gozaran de un elevado precio, i el precio entónces, a favor de la concurrencia se abate i disminuye, con cuya disminucion, el consumidor deja ya de ser tan circunspecto i permite al productor sacar del número, las ventajas que esperara del crecido valor de sus especies.

El precio de una mercadería que se traslada de un punto a otro, lo forman:  
el valor primitivo de la especie en el punto de partida;  
los gastos de transporte.

En consecuencia del principio anteriormente establecido, para que el cambio se verifique en la mayor escala posible, el productor debe enajenar su especie al precio máximun i el consumidor recibirla por el mínimun. El precio primitivo de una mercadería no podria disminuir sin la total ruina del cambio, que conviene, al contrario mantenerlo en su mayor altura; por consiguiente, son los gastos de transporte, los que deben disminuirse todo cuanto se pueda a fin de recojer los óptimos frutos que ofrece a las naciones un comercio activo i numeroso. Los gastos de transporte podrán siempre reducirse, tanto, cuantas sean las mejoras que sirven las vias de comunicacion. Toda economia en la conduccion de mercaderías, es una ganancia que proporcionalmente se reparte entre el productor, mercader i consumidor i que forma mas tarde su comun riqueza.

Así es como por-un encadenamiento fácil i sencillo, las vias de comunicacion recompensan a las naciones los sacrificios que estas hacen por su mejora o creacion: con la civilizacion pasifica i segura del salvaje, con la anexacion de territorios que perdidos anteriormente para la sociedad, proporcionan alimento i bien estar a millones de individuos que sin ellos, vejetarian sumidos en la miseria i la ignorancia, con la moralidad i pureza de costumbres que un trabajo moderado i lucrativo, pero constante difunde en el proletario, a quien el ocio lleva a la miseria, i al abandono de todo sano i fraternal principio.

Las vias de comunicacion se dividen en Marítimas i terrestres. Estas últimas, se subdividen con relacion a la fuerza locomotiva que emplean. Circunscribe me a tratar de las que en Chile hacen uso de la fuerza viva o bien sean—

### **Carreteras.**

La lei de 17 de Diciembre de 1842, clasifica los caminos en el órden que sigue:

Art.º 19. Los caminos se dividen en caminos públicos i caminos vecinales.

Art.º 20. Los caminos públicos son los que sirven de comunicacion de una ciudad, villa o lugar, con otra ciudad villa o lugar.

Art.º 37. Los caminos vecinales son aquellos que comunican los fundos particulares con los caminos públicos.

ellos, sería un bello adorno para una carretera i a más de ofrecer al viajero un reparo contra el sol, los picapedreros aumentarían a su sombra el trabajo que no les permitiera la caliente estación del verano.

Los pirámides leguarios presentan marcadísimas ventajas.

El viajero encuentre en ellos guías incansables. A más de señalarle la dirección que ha llevar para arriivar al punto de su viaje, le previene para que acelere o retarde la velocidad de su marcha, diciéndole tanto las leguas que desde tal parte ha caminado, como las que le faltan aun para llegar a tal otra. Los leguarios serian poderosos auxiliares para la demarcacion de las distancias entregadas al cuidado de los camineros. El Gobierno podrá reglamentar sobre bases sólidas la marcha harto interesante para el comercio de los correos ordinarios i estraordinarios.

Los pirámides leguarios podrian atestiguar en los venideros siglos, asi la fecha de su construccion i la del camino, como el nombre del Supremo Jefe bajo cuyos auspicios se trabajara.

No creo sea llegado todavia el tiempo de aconsejar la ereccion de fuentes que en otras partes adornan los caminos públicos, careciéndose de ellas, aun en el centro de nuestras principales poblaciones.

Chile puede llenar un dia los vacíos que hoy se divisan en este ramo de su administracion.

Magníficas canteras de piedra de talla, se encuentran en el mismo sitio en que un puente sobre los torrentes del norte i aparte del mediodia, debe franquear paso al comercio.—Bosques inagotables de excelentes maderas de construccion, estan prontas a caer sobre sus caudalosos pero mansos rios. I por donde quiera, mientras que la naturaleza se nos opone ruda i fuerte a nuestros adelantos materiales, tambien reparte, pródiga, los medios de vencerla.

Al terminar, señores, este mezquino trabajo, me hace esperar vuestra induljencia: no os detengais en la falta de mi inexperiencia, sino que atendereis a la voluntad con que os entrego mis fuerzas, por débiles que son, para cooperar con ellas al adelanto del bien público que tan valerosamente os empeñais en conseguir.

---

### *OBSERVACIONES de los temblores de tierra en la Serena ocurridos en el año 1851 por DON LUIS TRONCOSO*

---

Enero.—El dia 2 de este mes a la 3 1/2 de la mañana, con el cielo despejado i calma tembló la tierra con fuerza i rapidéz, precediéndole gran ruido. El jiro del movimiento ha sido perpendicular i bajo la presión atmosférica de 762.3, en el Barómetro, Termómetro 20.6 Termómetro libre 18.0

A las 41 de la noche del dia 6, en calma i con el cielo despejado tembló la tierra parcialmente con inclinación de sudeste a noroeste i sin ruido. Barómetro 763.6. Termómetro 20.7 id. libre 16.0.

El 21 a las 4 i 55 minutos de la tarde, con el cielo despejado i calma se oyó un estrepitoso ruido subterráneo que por espacio de 20 segundos no cesó de tronar la tierra, sacudiéndose con rapidéz i movimiento perpendicular. Barómetro 760.2. Termómetro 21.4. Termómetro libre 22.0.